2020-I01-021798

INFORME N° 00150-2020-OEFA/DEAM-SSIM

A : **FRANCISCO GARCÍA ARAGÓN**
Director de Evaluación Ambiental

DE : **ARMANDO MARTÍN ENEQUE PUICÓN**
Ejecutivo de la Subdirección de Sitios Impactados

MILENA JENNY LEÓN ANTUNEZ
Coordinadora de Sitios Impactados

MARCO ANTONIO PADILLA SANTOYO
Especialista de Sitios Impactados

TINO JESÚS NÚÑEZ SÁNCHEZ
Especialista de Sitios Impactados

ASUNTO : Informe de Evaluación Ambiental para la Identificación del Sitio Impactado por actividades de hidrocarburos con código S0355, ubicado en el Lote 192, microcuenca PAS-40, en el ámbito de la cuenca del río Pastaza, distrito Andoas, provincia Datem del Marañón, departamento Loreto.

EXPEDIENTE DE EVALUACIÓN : 2020-05-059

REFERENCIA :
a) Informe N.° 00051-2020-OEFA/DEAM-SSIM
b) Ficha de reconocimiento de sitio N.° 0007-2020-SSIM
c) Planefa[1]

FECHA : Lima, 30 de diciembre de 2020

Tenemos el agrado de dirigirnos a usted para saludarlo cordialmente y, con relación al asunto de la referencia, informar lo siguiente:

1. INFORMACIÓN GENERAL

Los aspectos generales de la evaluación ambiental del sitio con código S0355 se presentan en la tabla 1.1:

Tabla 1.1. Datos generales de la actividad realizada

a.	Zona evaluada	Sitio con código S0355, en el ámbito de la cuenca del río Pastaza, a 160 m al sureste del pozo CAPS-02C de la Plataforma 02, yacimiento Capahuari Sur del Lote 192, distrito Andoas, provincia Datem del Marañón, departamento de Loreto.
b.	Centroide del sitio S0355 Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 Sur	338939E / 9693054N
c.	Problemática identificada	Evaluar la calidad ambiental del sitio S0355 para su identificación como sitio impactado por actividades de hidrocarburos y la estimación del nivel de riesgo a la salud y al ambiente.

[1] Aprobado mediante Resolución de Consejo Directivo N.° 014-2019-OEFA/CD, del 28 de marzo de 2019, a través del cual «Aprueban el Plan Anual de Evaluación y Fiscalización Ambiental – Planefa del OEFA correspondiente al año 2020».

d.	La actividad se realizó en el marco de	Planefa 2020
e.	Periodo de ejecución	20 de octubre de 2020
f.	Tipo de evaluación	Identificación de Sitio Impactado por actividades de Hidrocarburos según normativa especial

Profesionales que aportaron al estudio

Tabla 2.2. Listado de profesionales

N.°	Nombres y Apellidos	Profesión	Actividad desarrollada
1	Armando Martín Eneque Puicón	Biólogo	Gabinete
2	Milena Jenny León Antúnez	Ingeniera Ambiental	Gabinete
3	Marco Antonio Padilla Santoyo	Ingeniero Ambiental y de Recursos Naturales	Gabinete
4	Tino Jesús Núñez Sánchez	Biólogo	Gabinete
5	Isaías Antonio Quispe Quevedo	Bach. en Ingeniería Geográfica	Gabinete
6	Bryant O'nell Pomez Quiroz	Ingeniero Ambiental y Sanitario	Gabinete

2. DATOS DE LA ACTIVIDAD REALIZADA

Tabla 2.1. Cantidad de puntos evaluados en el sitio S0355

a.	Fecha de comisión	Reconocimiento en campo	01 de marzo de 2020[2]
		Identificación de Sitio	20 de octubre de 2020
b.	Puntos evaluados	Suelo	4 puntos de muestreo (4 muestras a un primer nivel de profundidad y 1 muestra a un segundo nivel de profundidad)

Tabla 2.2 Resultados de la estimación del nivel de riesgo a la salud y al ambiente para el sitio S0355

Riesgo	Parámetro	Puntaje*	Clasificación
Riesgo a la salud	NRF	0	No Aplica
	NRS_{salud}	57,5	Nivel de Riesgo MEDIO
Riesgo al ambiente	$NRS_{ambiente}$	47,2	Nivel de Riesgo MEDIO

* Con rangos de hasta 100 puntos

Tabla 2.3. Parámetros que incumplieron los ECA para suelo, para el sitio S0355

Matriz	Parámetro	Cantidad de muestras que incumplieron la norma	
		Número de muestras	Norma referencial
Suelo	Fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28)	2	Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo, uso agrícola, aprobado mediante Decreto Supremo N.° 011-2017-MINAM
	Fracción hidrocarburos F3 (>C-28-C40)	1	

3. PRINCIPALES CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en la evaluación ambiental para la identificación de sitio impactado del sitio con código S0355, se ha determinado que constituye un sitio impactado como consecuencia de las actividades de hidrocarburos. A continuación, se detallan los resultados:

[2] Aprobado mediante Ficha de reconocimiento de sitio N.° 007-2020-SSIM, del 08 de mayo de 2020.

(i) De la evaluación del componente suelo, se tiene que 2 de los 4 puntos de muestreo (en el cual se recolectaron 5 muestras) considerados en el área evaluada de 246 m^2 (0,025 ha) del sitio S0355, registran valores que superan los Estándares de Calidad Ambiental para suelo, uso agrícola (Decreto Supremo N.° 011-2017-MINAM) para al menos uno de los siguientes parámetros: fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y fracción hidrocarburos F3 (>C28-C40); en ese sentido, se considera un área impactada de 141 m^2 (0,0141 ha).

(ii) Las fuentes potenciales de contaminación identificadas corresponden al pozo petrolero CAPS-02C (Plataforma 02), así como el Sitio S0104 (Botadero Km 2) ubicados en el entorno del sitio S0355. Los focos de contaminación son: a) en el sitio, las áreas donde se registran parámetros con valores que exceden los ECA para Suelo, uso agrícola, y b) en el entorno del sitio, se considera al suelo contaminado del Sitio S0104 (Botadero Km 2), sitio priorizado y gestionado por el Profonanpe.

(iii) La estimación de nivel de riesgo dio como resultado: No Aplica para el nivel de riesgo físico (NRFfísico); MEDIO para el nivel de riesgo asociado a sustancias para la salud de las personas (NRSsalud) y MEDIO para el nivel de riesgo asociado a sustancias para el ambiente (NRSambiente).

4. RECOMENDACIONES

(i) Aprobar el presente informe de identificación de sitio impactado por actividades de hidrocarburos con código S0355, en concordancia con lo establecido en la Ley N.° 30321-Ley que crea el Fondo de Contingencia para Remediación Ambiental, su Reglamento y la Directiva para la Identificación de Sitios Impactados por Actividades de Hidrocarburos y su Anexo, la Metodología para la Estimación del Nivel de Riesgo a la Salud y al Ambiente.

(ii) Remitir el presente informe a la Dirección de Supervisión Ambiental en Energía y Minas del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental – OEFA, para las acciones que correspondan en el marco de sus funciones.

(iii) Remitir el presente informe a la Junta de Administración del Fondo de Contingencia, a través de su Secretaría Técnica, Administrativa y Financiera ─ Fondo de Promoción de las Áreas Naturales Protegidas del Perú─, para las acciones que correspondan en el marco de sus funciones establecidas en la Ley N.° 30321 y su Reglamento.

Atentamente:

Oefa
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Firmado digitalmente por: ENEQUE PUICON Armando Martin FAU 20521286769 soft
Cargo: Ejecutivo de la Subdirección de Sitios Impactados
Lugar: Sede Central - Lima\Lima\Jesus Maria
Motivo: Soy el autor del documento

Oefa
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Firmado digitalmente por: LEON ANTUNEZ Milena Jenny FAU 20521286769 soft
Cargo: Coordinadora de Sitios Impactados
Empresa: ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL - OEFA
Lugar: Sede Central - Lima\Lima\Jesus Maria
Motivo: Soy el autor del

Firmado digitalmente por: PADILLA SANTOYO Marco Antonio FAU 20521286769 soft
Cargo: Especialista de Sitios Impactados - Profesional I
Lugar: Sede Central - Lima\Lima\Jesus Maria
Motivo: Soy el autor del documento

Firmado digitalmente por: NUÑEZ SANCHEZ Tino Jesus FAU 20521286769 soft
Cargo: Especialista de Sitios Impactados - Especialista II
Lugar: Sede Central - Lima\Lima\Jesus Maria
Motivo: Soy el autor del documento

Visto el Informe, la Dirección de Evaluación Ambiental ha dispuesto su aprobación.
Atentamente:

Firmado digitalmente por: GARCIA ARAGON Francisco FAU 20521286769 hard
Cargo: Director de la Direccción de Evaluación Ambiental
Lugar: Sede Central - Lima\Lima\Jesus Maria
Motivo: Soy el autor del documento

"Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por el OEFA, aplicando los dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. Nº 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: https://sistemas.oefa.gob.pe/verifica e ingresando la siguiente clave: 06384012"

06384012

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

EVALUACIÓN AMBIENTAL PARA LA IDENTIFICACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS CON CÓDIGO S0355, UBICADO EN EL LOTE 192, MICROCUENCA PAS-40, EN EL ÁMBITO DE LA CUENCA DEL RÍO PASTAZA, DISTRITO ANDOAS, PROVINCIA DATEM DEL MARAÑÓN, DEPARTAMENTO LORETO

SUBDIRECCIÓN DE SITIOS IMPACTADOS

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN AMBIENTAL

2020

Profesionales que aportaron a este documento:

FIRMA DIGITAL

Firmado digitalmente por: LEON ANTUNEZ Milena Jenny FAU 20521286769 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 30/12/2020 15:49:07-0500

FIRMA DIGITAL

Firmado digitalmente por: ENEQUE PUICON Armando Martin FAU 20521286769 soft
Motivo: Doy V° B°
Fecha: 30/12/2020 16:04:31-0500

FIRMA DIGITAL

Firmado digitalmente por: QUISPE QUEVEDO Isaias Antonio FIR 46786102 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 30/12/2020 14:49:03-0500

FIRMA DIGITAL

Firmado digitalmente por: NUÑEZ SANCHEZ Tino Jesus FIR 43375998 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 30/12/2020 14:41:25-0500

FIRMA DIGITAL

Firmado digitalmente por: PADILLA SANTOYO Marco Antonio FAU 20521286769 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 30/12/2020 14:52:21-0500

FIRMA DIGITAL

Firmado digitalmente por: POMEZ QUIROZ Bryant O'nell FIR 46872024 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 30/12/2020 14:58:27-0500

ÍNDICE DEL CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 1
2. MARCO LEGAL 4
3. ÁREA DEL SITIO 4
3.1 Características naturales del sitio 6
3.1.1 Geológicas 6
3.1.2 Suelos 7
3.1.3 Datos climáticos 7
3.1.4 Cobertura vegetal 7
3.1.5 Vegetación 8
3.1.6 Fauna 8
3.2 Información general del sitio S0355 8
3.2.1 Esquema del proceso productivo 8
3.2.2 Materias primas, productos, subproductos y residuos 8
3.2.3 Sitios de disposición y descargas 8
3.3 Fuentes potenciales de contaminación en el sitio 8
3.3.1 Fugas y derrames visibles 8
3.3.2 Zona de tanques de combustibles, insumos químicos, pozos, tuberías y otros 8
3.3.3 Áreas de almacenamiento de sustancias y residuos 9
3.3.4 Drenajes 9
3.4 Focos potenciales de contaminación en el sitio 9
3.4.1 Priorización y validación 9
3.4.2 Mapa de focos potenciales (mapa conceptual de riesgos) 10
3.5 Vías de propagación y puntos de exposición 10
3.5.1 Características de uso actual y futuro del sitio 11
3.5.2 Vías de propagación y puntos de exposición 11
3.6 Características del entorno del sitio 11
3.6.1 Fuentes potenciales de contaminación en el entorno 13
3.6.2 Focos de contaminación en el entorno y vías de propagación 14
4. ANTECEDENTES 16
4.1 Información documental vinculada al sitio S0355 17
4.1.1 Información vinculada a pedidos de las comunidades 17
4.1.2 Otra información vinculada al sitio S0355 17
4.1.3 Información en el marco del proceso para la identificación de sitio impactado por actividades de hidrocarburos (Directiva) 17
5. PARTICIPACIÓN CIUDADANA EN LA IDENTIFICACIÓN DE SITIOS IMPACTADOS 19
5.1 Participación ciudadana 19
5.2 Actores involucrados 19
5.2.1 Reuniones 20
5.2.2 Ejecución de la evaluación ambiental 20
6. OBJETIVOS 21
6.1 Objetivo general 21
6.2 Objetivos específicos 21
7. METODOLOGÍA 21
7.1 Evaluación de presencia de contaminantes en el componente ambiental suelo en el sitio S0355 21

7.1.1 Área evaluada 21
7.1.2 Suelo 22
7.1.2.1. Guía utilizada para la evaluación 22
7.1.2.2. Ubicación de puntos de muestreo 22
7.1.2.3. Parámetros y métodos a evaluar 24
7.1.2.4. Equipos e instrumentos utilizados 25
7.1.2.5. Criterios de comparación 25
7.1.2.6. Análisis de datos 25
7.2 Establecer las fuentes potenciales y los focos de contaminación del sitio S0355 26
7.3 Estimación del nivel de riesgo a la salud y al ambiente del sitio S0355 27
8. RESULTADOS 28
8.1 Presencia de contaminantes en el componente suelo 28
8.2 Fuentes potenciales de contaminación y focos de contaminación del sitio S0355 32
8.3 Estimación del nivel de riesgo a la salud y al ambiente del sitio impactado S0355 33
9. DISCUSIÓN 34
9.1 Modelo conceptual para el sitio S0355 36
9.1.1. Fuentes secundaria 37
9.1.2. Receptores y puntos de exposición 37
9.1.3. Mecanismos de transporte 38
9.1.4. Fuentes primarias potenciales 39
9.1.5. Modelo conceptual preliminar 40
10. CONCLUSIONES 41
11. RECOMEDACIONES 41
12. ANEXOS 41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1. Clasificación según nivel de evidencia de focos potenciales en el sitio S0355 9
Tabla 3.2. Descripción de focos potenciales de contaminación en el sitio S0355 10
Tabla 3.3. Vías de propagación 11
Tabla 3.4. Instalaciones y/o elementos observados en el sitio S0355 13
Tabla 3.5. Códigos de muestras de suelo del Plan de Rehabilitación del sitio S0104 (Botadero KM 2) que registran excedencia, según los ECA para suelo, uso Agrícola, aprobados mediante Decreto Supremo N.° 011-2017-MINAM 15
Tabla 3.6. Descripción de foco potencial en el entorno del sitio S0355 15
Tabla 5.1. Reuniones con los actores involucrados 20
Tabla 7.1. Documentos técnicos para el muestreo de suelo 22
Tabla 7.2. Ubicación de los puntos de muestreo de suelo en el sitio S0355 23
Tabla 7.3. Ubicación del duplicado de muestreo y del punto fuera del sitio 23
Tabla 7.4. Parámetros analizados en el suelo del sitio S0355 24
Tabla 7.5. Equipos utilizados en el muestreo de suelo 25
Tabla 8.1. Resultados de las muestras que superaron los ECA para suelo, uso agrícola en el sitio S0355 29
Tabla 8.2. Descripción de focos de contaminación en el sitio S0387 32
Tabla 8.3. Descripción del foco potencial de contaminación en el entorno del sitio S0355 33
Tabla 8.3. Resultados de la estimación del nivel de riesgo a la salud y al ambiente 34
Tabla 9.1. Resumen de puntos de exposición de receptores humanos 37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Flujograma en la gestión de sitios contaminados elaborado a partir del Decreto Supremo N.° 012-2017-MINAM 2
Figura 1.2. Flujograma de identificación de sitios impactados elaborado a partir del Reglamento de Evaluación del OEFA 3
Figura 3.1. Ubicación del sitio S0355 5
Figura 3.2. Área evaluada para el sitio S0355, en el entorno de la Plataforma 02 del Lote 192. 6
Figura 3.3. Focos potenciales de contaminación en el sitio S0355 10
Figura 3.4. Esquema del proceso de perforación de un pozo petrolero 12
Figura 3.5. Esquema de producción de hidrocarburos en el Lote 192 13
Figura 3.6. Fuentes potenciales en el entorno del sitio S0355 14
Figura 3.7. Foco potencial de contaminación en el entorno del sitio S0355..... 15
Figura 4.1. Registros de información asociada al sitio S0355 18
Figura 7.1. Área evaluada para el sitio S0355 22
Figura 7.2. Ubicación de los puntos de muestreo de suelo en el sitio S0355 24
Figura 7.3. Ubicación de las fuentes y focos potenciales de contaminación para el sitio S0355 27
Figura 7.4. Indicadores de riesgos por presencia de peligros de tipo físico y por presencia de sustancias contaminantes 28
Figura 8.1. Resultados de fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28) en el sitio S0355 29
Figura 8.2. Distribución espacial de concentraciones de fracción de hidrocarburos F2 en suelo del sitio S0355 30
Figura 8.3. Resultados de fracción de hidrocarburos F3 (C28-C40) para el sitio S0355 31
Figura 8.4. Distribución espacial de concentraciones de fracción de hidrocarburos F3 en suelo del sitio S0355 31
Figura 8.5. Puntos de muestreo con concentraciones que superan los ECA Suelo, uso agrícola, en el sitio S0355 32
Figura 8.6. Ubicación de fuentes y foco de contaminación en el sitio S0355 33
Figura 9.1. Puntos de muestreo con excedencia de los ECA para Suelo, uso agrícola en el sitio S0355 35
Figura 9.2. Dirección estimada de la escorrentía superficial en la microcuenca PAS-40..... 39
Figura 9.3. Modelo conceptual preliminar de focos y rutas de contaminación del sitio S0355 . 40

1. INTRODUCCIÓN

El departamento de Loreto con un área de 36 885 195 ha es el más extenso del Perú y alberga una alta biodiversidad, abundantes recursos hídricos, extensos bosques y grandes reservas hidrocarburíferas. Este último recurso propició que en la década del 70 se inicie la actividad petrolera, cuya exploración y explotación ha generado un conjunto de sitios afectados, lo que ha ocasionado las protestas de los pueblos indígenas que se encuentran asentados en esta región.

En el marco del diálogo desarrollado por representantes del Poder Ejecutivo y organizaciones representantes de pueblos indígenas Achuar, Quechua, Kichwa, Urarina y Kukama Kukamiria, de las cuencas de los ríos Pastaza, Tigre, Corrientes y Marañón en el departamento de Loreto, se suscribió el «Acta de Lima», el 10 de marzo de 2015. En dicho documento se acordaron diversas acciones para atender las demandas de la población; entre ellas, la creación de un Fondo de Contingencia para la remediación ambiental por actividades de hidrocarburos.

En este contexto el Estado aprobó la Ley N.° 30321[1]-Ley que crea el Fondo de Contingencia para Remediación Ambiental- (en adelante, Ley N.° 30321). Esta Ley tiene por objeto financiar acciones de remediación ambiental de sitios impactados, como consecuencia de las actividades de hidrocarburos, que impliquen riesgos a la salud y al ambiente y ameriten una atención prioritaria y excepcional del Estado.

Asimismo, mediante Decreto Supremo N.° 039-2016-EM[2], se aprobó el Reglamento de la Ley N.° 30321 que establece el procedimiento para la ejecución de la remediación ambiental de los sitios impactados por actividades de hidrocarburos ubicados en el ámbito de las cuencas de los ríos Pastaza, Tigre, Corrientes y Marañón, departamento de Loreto.

De acuerdo al citado Reglamento, un sitio impactado es un «área geográfica que puede comprender pozos e instalaciones mal abandonadas, efluentes, derrames, fugas, residuos sólidos, emisiones, restos, depósitos de residuos, suelos contaminados, subsuelo y/o cuerpo de agua cuyas características físicas, químicas y/o biológicas han sido alteradas negativamente como consecuencia de las Actividades de Hidrocarburos»[3].

Mediante Decreto Supremo N.° 012-2017-MINAN[4] se aprueban los Criterios para la Gestión de Sitios Contaminados (en adelante, CGSC), aplicable de forma complementaria a la Ley N.° 30321 y su Reglamento, conforme a lo establecido en la Tercera Disposición Complementaria Final del citado decreto. Esta norma establece 3 fases de evaluación de sitios potencialmente contaminados y sitios contaminados: a) Fase de identificación, b) Fase de caracterización y c) Fase de elaboración del plan dirigido a la remediación (Figura 1.1).

---

1 Publicada el 7 de mayo de 2015, en el diario oficial «El Peruano».

2 Publicado el 26 de diciembre de 2016, en el diario oficial «El Peruano». Este Reglamento fue modificado mediante la aprobación del Decreto Supremo N.° 021-2020-EM publicado en el diario oficial «El Peruano» el 18 de agosto de 2020.

3 Artículo 3° del Reglamento de la Ley N.° 30321, aprobado mediante Decreto Supremo N.° 039-2016-EM.

4 Disposiciones Complementarias Finales
(…)
"*Tercera.- Gestión de sitios contaminados que constituyen sitios impactados o pasivos ambientales mineros y de hidrocarburos*
La presente norma y las guías técnicas aprobadas por el Ministerio del Ambiente se aplican, de forma complementaria a las siguientes normas:
a) Ley Nº 30321, Ley que crea el Fondo de Contingencia para Remediación Ambiental, y su reglamento, aprobado por Decreto Supremo N° 039-2016-EM.
(…)". Publicada el 2 de diciembre de 2017, en el diario oficial «El Peruano».

La primera fase tiene por finalidad **verificar o descartar la presencia de sitios contaminados** (Artículo 6, el resaltado y subrayado es agregado).

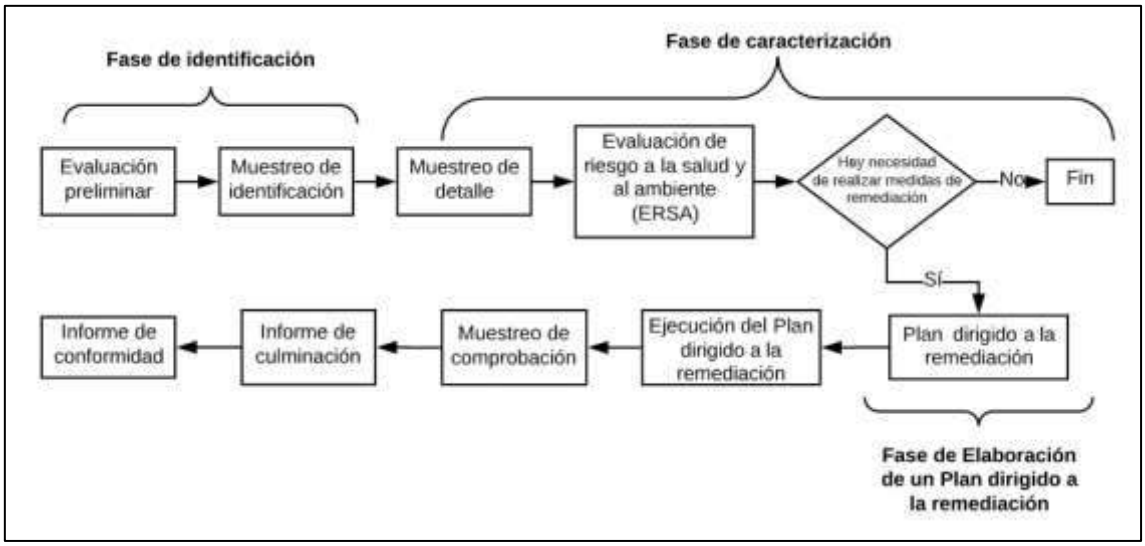


Figura 1.1. Flujograma en la gestión de sitios contaminados elaborado a partir del Decreto Supremo N.° 012-2017-MINAM

En ese sentido, y en el marco de los Artículos 11 y 12 del Reglamento de la Ley N.º 30321, le corresponde al Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) a través de la Dirección de Evaluación Ambiental (DEAM) la identificación de los sitios impactados por actividades de hidrocarburos. En ejercicio de la función de evaluación esta se realiza de acuerdo al proceso establecido en la «Directiva para la Identificación de Sitios Impactados por Actividades de Hidrocarburos y su Anexo, la Metodología para la Estimación del Nivel de Riesgo a la Salud y al Ambiente de Sitios Impactados»[5].

De acuerdo al marco legal antes mencionado, la DEAM realiza la identificación del sitio impactado, teniendo en cuenta la «Fase de Identificación» establecida en los CGSC. Para tal efecto, y en concordancia a lo establecido en el Artículo 10 del Reglamento de Evaluación del OEFA[6], lleva a cabo un proceso, que comprende tres (3) etapas (ver Figura 1.2): a) Etapa de Planificación que comprende (i) la recopilación y revisión de la información documental[7], (ii) el reconocimiento[8] y (iii) la formulación del Plan de Evaluación o Plan de Evaluación Ambiental (en adelante PEA) [9]; b) Etapa de Ejecución que comprende la ejecución de las actividades programadas en el PEA, así como la recopilación de la información de campo para la estimación del nivel de riesgo a la salud y al ambiente[10]; y c) Etapa de Resultados que comprende la elaboración de la Ficha para la estimación del nivel de riesgo a la salud y

5 Aprobada mediante Resolución de Consejo Directivo N.° 028-2017-OEFA/CD, publicada en el diario oficial «El Peruano» el 1 de noviembre de 2017.
6 Aprobada mediante Resolución de Consejo Directivo N.° 00013-2020-OEFA/CD, publicada en el diario oficial «El Peruano» el 19 de julio de 2020.
7 Se debe entender como información documental la señalada en el Numeral 8 de la Directiva.
8 Es el primer ingreso a campo para recolectar información técnica y logística del posible sitio impactado, cuya información se describe en un Informe de reconocimiento o Ficha de reconocimiento.
9 El PEA contiene las acciones necesarias para la identificación del sitio impactado por actividades de hidrocarburos y la estimación del nivel de riesgo a la salud y al ambiente, a partir de la información obtenida en el reconocimiento y otra información analizada en gabinete.
10 De acuerdo a lo establecido en la Metodología para la Estimación del Nivel de Riesgo a la Salud y al Ambiente de Sitios Impactados que forma parte de la Directiva.

al ambiente y la elaboración del informe para la identificación del sitio impactado (Figura 1.2).

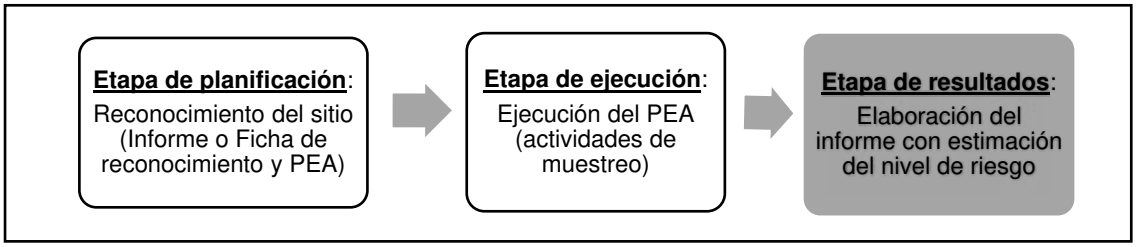


Figura 1.2. Flujograma de identificación de sitios impactados elaborado a partir del Reglamento de Evaluación del OEFA

En el marco del citado proceso, el 01 de marzo de 2020 la Subdirección de Sitios Impactados-SSIM de la DEAM realizó el reconocimiento al sitio con código S0355 (en adelante, sitio S0381), que se encuentra ubicado a 160 m al sureste del pozo CAPS-02C de la Plataforma 02, yacimiento Capahuari Sur, y a 3,6 km (en línea recta) al noreste de la comunidad nativa Nuevo Porvenir, distrito Andoas, provincia Datem del Marañón y departamento Loreto. Las actividades de reconocimiento evidenciaron indicios de afectación a nivel organoléptico por presencia de hidrocarburos en el componente suelo, conforme consta en la Ficha de reconocimiento de sitio N.° 0019-2020-SSIM del 08 de mayo de 2020.

Por otro lado, de acuerdo a la recomendación del Estudio Técnico Independiente del ex Lote 1AB[11] «Lineamientos estratégicos para la remediación de los impactos de las operaciones petroleras en el ex Lote 1AB en Loreto, Perú», la identificación de sitios impactados tomó en cuenta el enfoque de microcuenca (división de la cuenca en unidades geográficas más pequeñas) debido a la densa e interconectada red de drenaje que facilitaría el trasporte de los potenciales contaminantes desde la fuente de emisión (pozos petroleros, baterías, ductos, entre otros) hasta los receptores.

En ese sentido el 30 de julio de 2020, mediante Informe N.° 00051-2020-OEFA/DEAM-SSIM, la SSIM aprobó el PEA de la microcuenca PAS-40, cuenca del río Pastaza, que incluye una evaluación a nivel de microcuenca, que permite mejorar el análisis sobre el riesgo, organizar la información y la gestión de los sitios impactados. El sitio S0355 se ubica en la microcuenca PAS-40, por lo que este documento establece y planifica las acciones para la evaluación de la calidad ambiental del sitio como impactado, y para obtener información detallada para la estimación del nivel de riesgo a la salud y al ambiente en este sitio. Este documento constituye el cierre de la etapa de planificación dentro del proceso de Identificación de sitios impactados.

Como antecedentes de posible contaminación asociada a la actividad de hidrocarburos para el sitio S0355 se tiene la Información reportada por la comunidad nativa Nuevo Porvenir durante la etapa de reconocimiento en campo[12].

La etapa de ejecución corresponde al desarrollo de las acciones programadas en el PEA. Estas se ejecutaron en campo el día 20 de octubre de 2020, con el monitoreo del componente ambiental objetivo, y la recopilación de información para iniciar el llenado de la

[11] Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 2018. Estudio Técnico Independiente del ex Lote 1AB. «Lineamientos estratégicos para la remediación de los impactos de las operaciones petroleras en el ex Lote 1AB en Loreto, Perú» (en adelante, ETI Lote 192).

[12] Durante las actividades de reconocimiento realizado en el marco de la comisión de servicio con código de acción 0001-03-2020-415, la comunidad nativa Nuevo Porvenir reportó el 1 de marzo de 2020, un sitio posiblemente impactado, ubicado en las coordenadas 338933E/9693055N del sistema de coordenadas UTM WGS84 Zona 18M

Ficha para la estimación del nivel de riesgo a la salud y al ambiente, de acuerdo a lo establecido en la Directiva.

El presente informe constituye la etapa de resultados del proceso de identificación de sitio impactado por actividades de hidrocarburos. Incluye el marco legal aplicable, ubicación y descripción del área de estudio, antecedentes, antecedentes, la descripción de los actores participantes del proceso de identificación del sitio, la metodología utilizada, el análisis de los resultados, conclusiones y recomendaciones correspondientes.

2. MARCO LEGAL

El marco legal comprende las siguientes normas:

- Ley N.° 28611, Ley General del Ambiente.
- Ley N.° 29325, Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental y modificatorias.
- Ley N.° 30321, Ley que crea el Fondo de Contingencia para Remediación Ambiental.
- Decreto Supremo N.° 039-2016-EM, aprueba Reglamento de la Ley N.° 30321, Ley que crea el Fondo de Contingencia para Remediación Ambiental.
- Decreto Supremo N.° 012-2017-MINAN, aprueban Criterios para la Gestión de Sitios Contaminados.
- Decreto Supremo N.° 013-2017-MINAM, aprueba el Reglamento de Organización y Funciones del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental – OEFA.
- Resolución del Consejo Directivo N.° 013-2020-OEFA/CD que aprueban el Reglamento de Evaluación del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental – OEFA.
- Decreto Supremo N.° 011-2017-MINAM, aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo.
- Resolución Ministerial N.° 085-2014-MINAM, aprueba la Guía para el Muestreo de Suelos.
- Resolución de Consejo Directivo N.º 028-2017-OEFA/CD, que aprueba la Directiva para la identificación de sitios impactados por actividades de hidrocarburos a cargo del OEFA y su Anexo la Metodología para la estimación de nivel de riesgo a la salud y al ambiente de sitios impactados.
- Resolución de Consejo Directivo N.º 014-2019-OEFA/CD, aprueban el Plan Anual de Evaluación y Fiscalización Ambiental – PLANEFA del OEFA correspondiente al año 2020.

3. ÁREA DEL SITIO

El área de estudio corresponde al sitio S0355 que se ubica en el ámbito de la cuenca del río Pastaza, 160 m al sureste del pozo CAPS-02C de la Plataforma 02 del yacimiento Capahuari Sur, Lote 192 (Anexo A.1)

Este sitio se encuentra en el territorio de la comunidad nativa Nuevo Porvenir, a 3,6 km al noreste de la comunidad, distrito Andoas, provincia Datem del Marañón, departamento de Loreto. Cabe mencionar que, a 40 m en dirección este al sitio, se ubica el Botadero Km 2, un área con código S0104[13] que viene gestionando Profonanpe (antes Fonam[14]).

[13] Áreas determinadas en los PDR de los 32 Sitios Impactados por actividades de hidrocarburos, de las cuencas de los ríos Pastaza, Corrientes y Tigre, de acuerdo a la Carta N.° 375-2019-FONAM.

[14] Ahora, es el Fondo de Promoción de las Áreas Naturales Protegidas del Perú-Profonanpe, entidad que ha absorbido al FONAM bajo la modalidad de fusión por absorción, según lo dispuesto en la Sexta Disposición

Para acceder al sitio, se realiza un recorrido en camioneta durante 40 minutos desde la comunidad Nuevo Andoas hasta el Km 2.5 de la carretera que conecta Andoas con Capahuari Norte, luego se camina 40 m en dirección este para acceder al sitio (Figura 3.1).

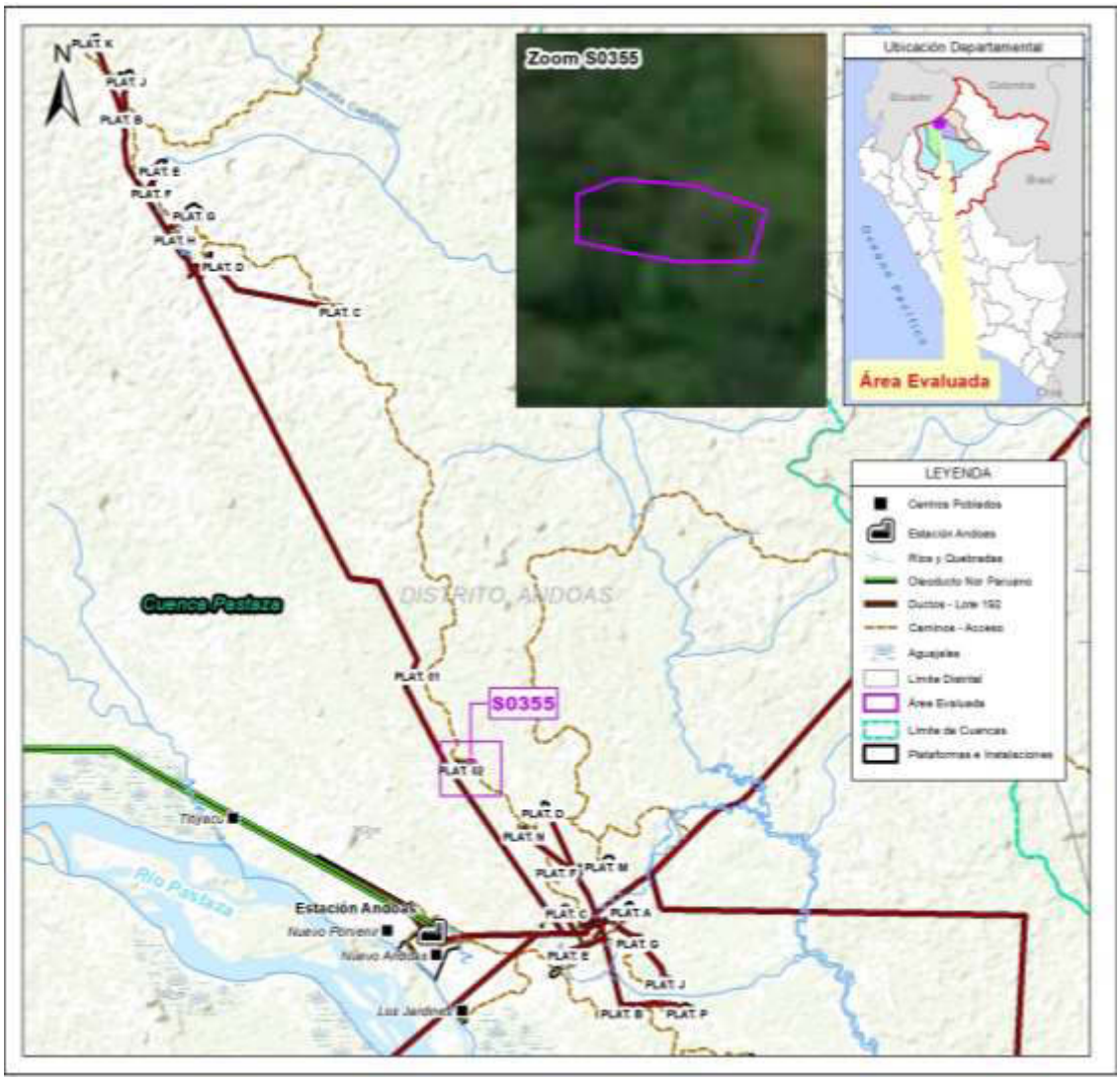


Figura 3.1. Ubicación del sitio S0355

El área de estudio corresponde a una zona boscosa y el componente ambiental a evaluar es el suelo. En el PEA para el sitio S0355 se planteó evaluar un área de 246 m^2 (0,025 ha) y se mantuvo la misma área para la ejecución de muestreo, como se muestra en la Figura 3.2.

Complementaria Final del Decreto de Urgencia N.° 022-2020 y según lo dispuesto en el Decreto Supremo N.° 021-2020-EM del 18 de agosto de 2020.

Figura 3.2. Área evaluada para el sitio S0355, en el entorno de la Plataforma 02 del Lote 192

3.1 Características naturales del sitio

3.1.1 Geológicas

El área de estudio se localiza en una región donde se constituyó el denominado Llano Amazónico, al norte del país. Una región donde en detalle el relieve se encuentra constituido por colinas, lomadas y terrazas aluviales, y cuyo basamento está constituido por unidades litoestratigráficas de edad terciaria y cuaternaria, las primeras de carácter areno-arcilloso y las segundas limo-arcilloso, afectadas por pliegues anticlinales y sinclinales de gran radio de curvatura.

La geología local del sitio corresponde con la unidad litoestratigráfica de la Formación Nauta (TsQp-n)[15]. De la evaluación de campo, se tiene que la litología del sitio corresponde a una zona de excavación, toda vez que el sitio se emplaza sobre una modificación en la zona, como una posible poza de lodos de perforación.

Formación Nauta (TsQp-n)[16]

Esta formación consiste de una alternancia de areniscas y limo-arcillitas. Las areniscas son de grano medio a grueso, de color rojo a rojo vino y son poco coherentes; intercalados, estos sedimentos presentan algunos paquetes lenticulares de gravas cuarzosas pequeñas

[15] EIA Sísmica 3D en Capahuari Norte-Sur, Tambo Este y Jíbaro Nor Este - Jibarito Lote 1AB, aprobado mediante Resolución Directoral N.º 303-2011-MEM/AAE, p. 4.1.3-1

[16] Ídem 15, pp. 4.1.3-1

englobadas en una matriz arenosa. Por otro lado, las limos-arcillitas también presentan color rojizo y contienen paquetes de gravillas dispersas que se intercalan con capas de areniscas. En el nivel superior de la secuencia, ocurren algunos horizontes enriquecidos con materia orgánica y capas muy finas de óxidos de hierro. La formación constituye depósitos molásicos cuyos materiales proceden de la Cordillera Real ecuatoriana, donde se han originado por procesos de erosión de rocas plutónicas, cuarcitas y esquistos, presentando característicamente una mala selección de los fragmentos clásticos. Sobreyace con discordancia angular a erosional a las capas de la formación Ipururo, no habiéndose observado fósiles, por lo que su edad ha sido determinada en base a su posición estratigráfica en el Terciario superior-Cuaternario (Plioceno-Pleistoceno). En tanto que su espesor en el área, se estima en unos 450 m.

3.1.2 Suelos

El sitio S0355 se encuentra en un paisaje de colinas bajas; presenta una zona baja de pendiente plana (0 - 2 %). El suelo en el área del sitio es de textura predominantemente limo arcilloso color marrón grisáceo; asimismo se observa una modificación de la zona producto de una excavación (posible zona de poza de lodos de perforación)[17], donde se evidencia presencia de vegetación herbácea y hojarascas con agua acumulada producto de las lluvias. Lo anterior se sustenta en los sondeos realizados en campo hasta 1,70 m de profundidad; además, presenta materia orgánica superficial (hojarasca) de baja degradación con un espesor de 0,05 m aproximadamente.

3.1.3 Datos climáticos

El área de estudio se encuentra ubicada en la selva norte del Perú. De manera general, las características de su clima se definen esencialmente por su ubicación latitudinal casi ecuatorial y su baja altitud, situación que le confiere un clima netamente tropical, siempre lluvioso y permanentemente cálido.

No se cuenta con información del área evaluada; sin embargo, de acuerdo a los promedios mensuales la estación Teniente López en el distrito Trompeteros, la precipitación mensual y anual corresponde a valores mensuales que varían entre los 179,0 mm a 290,0 mm con un promedio total de 2730,2 mm al año. Asimismo, de acuerdo a la estación Barranca, Trompeteros y Andoas la temperatura media es de 25 °C a 26 °C con máximas entre 32 °C y 33 °C y mínimas entre 20 °C y 21 °C[18].

3.1.4 Cobertura vegetal

El sitio S0355, de acuerdo al Mapa Nacional de Ecosistemas del Perú[19], se encuentra ubicado en un área de bosque de terraza no inundable; sin embargo, de acuerdo a lo observado en campo, el sitio se ubica en un bosque de colina baja. El muestreo de suelos se realizó sobre una zona donde se apreció una modificación de la zona producto de una excavación (posible zona de poza de lodos de perforación), observándose cobertura arbórea y herbácea.

---

17 De acuerdo a lo indicado en la Ficha de reconocimiento de sitio N.° 0007-2020-SSIM que recoge la información durante las actividades de reconocimiento del sitio S0355.

18 Ídem 15, pp. 4.1.1-1/4.1.1-4

19 Mapa Nacional de Ecosistemas del Perú, aprobado mediante Resolución Ministerial N.° 440-2018-MINAM.

3.1.5 Vegetación

En el sitio S0355 está compuesto por un bosque primario de colina baja con predominancia de especies arbóreas y herbáceas. Asimismo, algunos pobladores de la comunidad nativa Nuevo Porvenir señalan que en el entorno al sitio se realizan recolección de frutos de sapote, cetico, topa, huamansamana, entre otros.

3.1.6 Fauna

En el sitio S0355 durante las actividades de campo no se observó la presencia de vertebrados mayores, sin embargo, algunos pobladores de la comunidad nativa Nuevo Porvenir señalan que en el sitio y su entorno se realizan la caza de mono, sajino, venado, majaz, sachavaca, aves, entre otros.

3.2 Información general del sitio S0355

3.2.1 Esquema del proceso productivo

En el sitio S0355 no se desarrollan procesos productivos, ni se tienen referencias históricas que se hayan desarrollado en épocas pasadas.

3.2.2 Materias primas, productos, subproductos y residuos

No aplica, debido a que no se identificó un proceso productivo durante la evaluación en campo en el área del sitio S0355.

3.2.3 Sitios de disposición y descargas

No aplica, debido a que no se identificó un proceso productivo en el área del sitio. Sin embargo, de acuerdo a lo señalado por los pobladores durante el reconocimiento, el sitio correspondería a una posible poza de lodos de perforación.

3.3 Fuentes potenciales de contaminación[20] en el sitio

Las fuentes potenciales de contaminación o posibles fuentes primarias comprenden cualquier componente instalación o proceso de actividades antrópicas en el sitio o su entorno que pudo o puede liberar contaminantes al medio ambiente, los cuales se describen en los siguientes ítems.

3.3.1 Fugas y derrames visibles

No aplica, debido a que no se ha identificado un proceso productivo en el área del sitio S0355 que pudiera generar fugas o derrames.

3.3.2 Zona de tanques de combustibles, insumos químicos, pozos, tuberías y otros

[20] Criterios para la Gestión de Sitios Contaminados aprobado mediante Decreto Supremo N.° 012-2017-MINAM
Artículo 4.- Definiciones
(…)
4.10 Fuente de contaminación. - Este término se denomina también “fuente primaria de contaminación”, y comprende cualquier componente, instalación o proceso de actividades antrópicas, que puede liberar contaminantes al medio ambiente.

No aplica, debido a que no se ha identificado un proceso productivo en el área del sitio S0355.

3.3.3 Áreas de almacenamiento de sustancias y residuos

No aplica, debido a que durante los trabajos realizados, no se observó la presencia de áreas o instalaciones destinadas al almacenamiento de sustancias o residuos en el sitio S0355.

3.3.4 Drenajes

Durante la evaluación ambiental en campo no se observó drenaje por actividades industriales.

3.4 Focos potenciales de contaminación[21] en el sitio

Los focos potenciales de contaminación o posibles fuentes secundarias comprenden los componentes ambientales afectados, advertidos con observaciones organolépticas durante los trabajos de reconocimiento. Las identificaciones de estos son importantes para definir los componentes a evaluar y el área evaluada.

Los focos potenciales de contaminación (observaciones organolépticas) serán validados y definidos como fuentes de contaminación con el análisis de los resultados del muestreo analítico y su comparación con los ECA o normas referenciales, según corresponda.

3.4.1 Priorización y validación

Para determinar la existencia de los focos potenciales de contaminación en el sitio S0355, se evaluó la información disponible en la Ficha de reconocimiento N.° 0007-2020-SSIM, donde se advierte afectación, a nivel organoléptico en el componente suelo.

Asimismo, se calificó la evidencia obtenida durante los trabajos de reconocimiento siguiendo los criterios establecidos en la siguiente tabla:

Tabla 3.1. Clasificación según nivel de evidencia de focos potenciales en el sitio S0355

Nivel de evidencia	Descripción
Confirmado +++	Se ha observado presencia de hidrocarburos en fase libre en los componentes evaluados.
Probable ++	Se ha observado presencia de hidrocarburos (color, iridiscencia, manchas) en los componentes evaluados. Se tiene información analítica histórica que supera los ECA o normas referenciales.
Posible +/-	Se ha percibido organolépticamente olores a hidrocarburos en los componentes evaluados.
Sin evidencia / no confirmado	No se evidenció a nivel organoléptico ninguna afectación por hidrocarburos, sin embargo, se tiene información referencial de impactos.

[21] Criterios para la Gestión de Sitios Contaminados aprobado mediante Decreto Supremo N.° 012-2017-MINAM
Artículo 4.- Definiciones
(…)
4.9 Foco de contaminación. - Este término se denomina también "fuente secundaria de contaminación" o "*hotspot*", y comprende los componentes ambientales afectados por las fuentes primarias de contaminación, que se caracterizan por presentar altas concentraciones de contaminantes y ser potenciales generadores de contaminación en otros componentes ambientales.

En la siguiente tabla se describen los focos potenciales identificados y su clasificación para el sitio S0355.

Tabla 3.2. Descripción de focos potenciales de contaminación en el sitio S0355

Número en el mapa (Figura 3.3)	Foco potencial	Sustancia de interés	Clasificación según la evidencia
1	Suelo con presencia de hidrocarburos (color y olor)	Fracción de hidrocarburos F1 (C_6-C_{10}) Fracción de hidrocarburos F2 (>C_{10}-C_{28}) Fracción de hidrocarburos F3 (>C_{28}-C_{40}) Benceno, tolueno, etilbenceno y xileno (BTEX) Metales totales (As, Cd, Ba total, Hg, Pb) Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs) Como VI	Probable ++

3.4.2 Mapa de focos potenciales (mapa conceptual de riesgos)

La Figura 3.3 presenta la ubicación de los focos potenciales de contaminación para el sitio S0355 y las sustancias de interés.

Figura 3.3. Focos potenciales de contaminación en el sitio S0355

3.5 Vías de propagación y puntos de exposición

Luego de la identificación de los focos de contaminación en el sitio S0355, se presentan las diversas vías de propagación que podrían seguir los contaminantes después de ser

liberados al ambiente. También se muestran sus respectivos receptores o puntos de exposición, teniendo en cuenta las características del uso actual y futuro del sitio.

3.5.1 Características de uso actual y futuro del sitio

El sitio S0355 corresponde a un bosque natural húmedo con presencia de vegetación arbórea y herbácea propia de un bosque primario, y, comprende un área donde se observó una modificación de la zona producto de una excavación (posible zona de poza de lodos de perforación) donde se evidencia presencia de vegetación herbácea y hojarascas con agua acumulada producto de las lluvias, esto de acuerdo a lo señalado por los pobladores locales durante el reconocimiento. Asimismo, dichos pobladores indican que desarrollan actividades de caza y recolección en el entorno al sitio[22].

En el futuro, de no desarrollarse actividades de hidrocarburos en el sitio, este debería permanecer cubierta por una cobertura boscosa y formar parte del paisaje amazónico del lugar.

3.5.2 Vías de propagación y puntos de exposición

Considerando las características del sitio S0355 y su entorno, los probables mecanismos de migración de los compuestos de interés hacia el ambiente, y posibles receptores se tiene las vías de propagación:

Tabla 3.3. Vías de propagación

Foco potencial de contaminación	Vías de propagación	Sustancias relevantes	Receptores
Suelo con presencia de hidrocarburos (color y olor)	Suelo superficial - contacto directo (dérmico, ingestión e inhalación)	- Fracción de hidrocarburos F1 C6-C10), F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40) - Benceno, tolueno, etilbenceno y xileno (BTEX) - Hidrocarburos aromáticos policíclicos HAPs - Metales totales (As, Cd, Ba total,, Hg, Pb) - Cromo VI	- Personas de la comunidad nativa Nuevo Porvenir que eventualmente circulen por el sector para realizar actividades de caza y recolección. - Receptores ecológicos.
	Suelo superficial – lluvia – agua superficial – drenaje – agua superficial (ingestión y/o contacto)		
	Suelo superficial – lluvia – agua superficial – drenaje – agua subterránea (ingestión y/o contacto)		
	Suelo subsuperficial - infiltración – drenaje – agua subterránea (ingestión y/o contacto)		

3.6 Características del entorno del sitio

Dado que en el sitio no existe actividad de tipo industrial, se procedió a identificar y documentar las características del entorno, con el fin de detectar fuentes potenciales y focos de contaminación asociados a las actividades de hidrocarburos en el Lote 192 y que tengan probable influencia en el sitio S0355.

En el Lote 192 (ex Lote 1AB) se han perforado pozos exploratorios y de producción de hidrocarburos. Para la perforación se utilizó un taladro rotatorio, a través del cual, circula un lodo de perforación que tiene como objetivo trasladar los cortes de perforación (ripios o detritos) hasta la superficie.

Los lodos o fluidos de perforación, que pueden ser base agua o aceite, contienen aditivos dispersos y disueltos. Los aditivos típicos añadidos a los lodos base agua son bentonita,

[22] Según la Ficha de reconocimiento N.° 0007-2020-SSIM

soda cáustica, barita o baritina y lignosulfonatos. En los lodos base aceite se utilizan arcillas reactivas y pueden contener barita. Actualmente estos fluidos tienen características especiales para mantenerlo limpio, estable y controlado[23].

Los cortes de perforación contienen suelo del hoyo y restos de los aditivos utilizados. Actualmente su tratamiento y disposición final se encuentran regulados según lo establecido en los instrumentos de gestión ambiental, el Reglamento de las Actividades de Exploración y Explotación de Hidrocarburos (aprobado mediante Decreto Supremo N.° 032-2004-EM y sus modificatorias) y el Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos (aprobado mediante Decreto Supremo N.° 039-2014-EM y sus modificatorias).

En la siguiente figura se observa un proceso productivo de un pozo petrolero en el Lote 192.

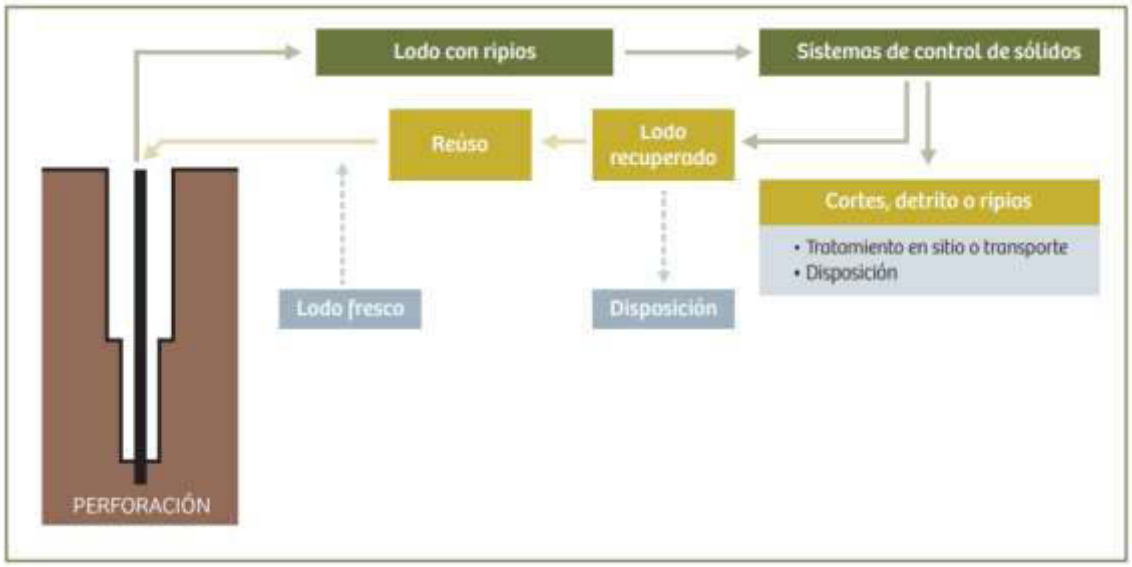


Figura 3.4. Esquema del proceso de perforación de un pozo petrolero
Fuente: ETI del ex Lote 1AB

La extracción de hidrocarburos en el Lote 192 se realiza con bombas electrosumergibles, y pozos verticales y direccionales en "clusters" ubicados en una plataforma. La producción es transportada por las líneas de flujo (tubería que conecta el cabezal de un pozo) hasta el *manifold* de campo, cuya función es colectar el petróleo de diferentes pozos. Desde ese punto se conecta hasta la batería de producción que es el lugar donde se recibe la producción de un determinado número de pozos de un yacimiento.

[23] Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos, aprobado mediante Decreto Supremo N.° 039-2014-EM.

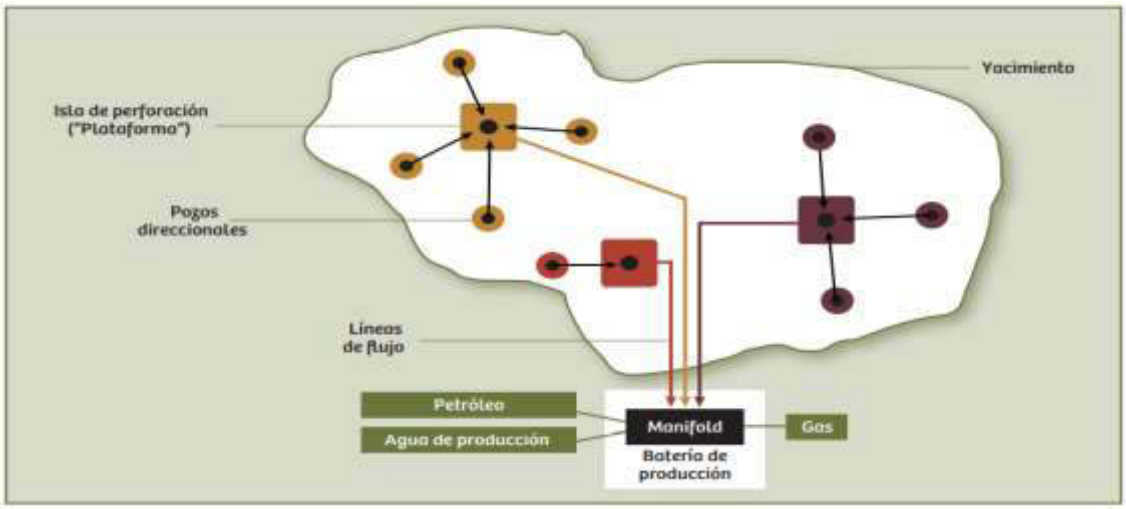


Figura 3.5. Esquema de producción de hidrocarburos en el Lote 192
Fuente: ETI del ex Lote 1AB

3.6.1 Fuentes potenciales de contaminación en el entorno

En el entorno del sitio S0355, a 160 m al noroeste se encuentra el pozo CAPS-02C, ubicado en la Plataforma 02, Además, a 395 m al oeste del sitio se encuentra la tubería que va de Capahuari Norte hacia Capahuari sur, durante la evaluación en campo no se observó desarrollo de actividades en su emplazamiento. Asimismo, a 40 m en dirección este al sitio, se ubica el sitio con código S0104 (Botadero Km 2), el cual viene siendo gestionado por el Profonanpe y cuyo Plan de rehabilitación es evaluada por la autoridad competente.

En base a los registros de emergencias ambientales del OEFA, y considerando un radio de 1000 m, no se reporta evento alguno.

Durante los trabajos realizados en campo y gabinete se identificaron como fuentes en el entorno del sitio S0355, las siguientes instalaciones:

Tabla 3.4. Instalaciones y/o elementos observados en el sitio S0355

Instalaciones o elementos	Ubicación referencial	Coordenadas (UTM, WGS84)		Productos asociados	Estado	Observaciones
		Este (m)	Norte (m)			
Pozo CAPS-02C	Fuera del sitio, a 160 m al noroeste del sitio	338779	9693108	Hidrocarburo	Productor cerrado*	Ubicado en la Plataforma 02. Inicio de perforación: 20/08/1973. Término de perforación: 04/10/1973. Completación: 31/10/1973
Tuberías de producción de hidrocarburos	Fuera del sitio, a 395 m al oeste del sitio	338543	9692987	Hidrocarburos	-	Tuberías que van de Capahuari Norte a Capahuari Sur. Durante la evaluación en campo no se observó desarrollo de actividades.
Botadero Km 2	Fuera del sitio, a 50 m al este del sitio	-	-	Residuos relacionados a las actividades de hidrocarburos	-	Área con código S0104 y que se encuentra con Plan de rehabilitación (Profonanpe).

(*) Estado de los pozos según Carta N.° GGRL-TERI-GFBD-080-2019, remitido por Perupetro al OEFA el 14 de junio de 2019, el cual se indica el estado inactivo (Pozo Cerrado - PC).
Datos de perforación y completación del pozo CAPS-02C según Oficio N.° GGRL-SUPC-GFST-0847-2017, remitido por Perupetro al OEFA el 7 de setiembre de 2017.

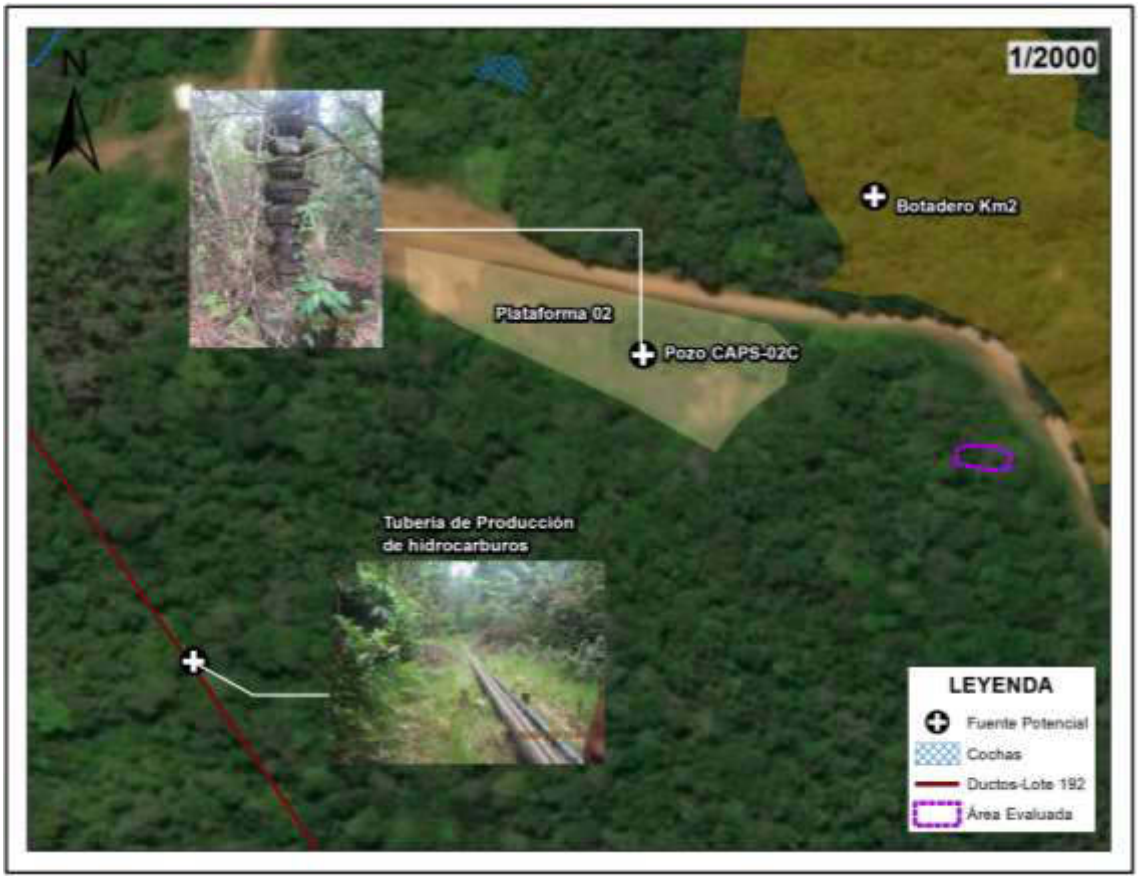


Figura 3.6. Fuentes potenciales en el entorno del sitio S0355

3.6.2 Focos de contaminación en el entorno y vías de propagación

Durante la ejecución de la evaluación ambiental en campo y recopilación de información documentaria se identificó como posible foco al sitio S0104 (Botadero km 2), el cual se ubica a 50 m al oeste del sitio S0355. Este sitio fue utilizado para realizar la disposición de residuos generados por la industria petrolera (aceites) [24].

De la revisión bibliográfica de la Carta N.° 003-2017-FONAM se tiene el registro Punto Botadero Km 2 (actualmente S0104[25]) donde la SSIM le asignó el código R000160, descrita como «Capahuari Norte / Antiguo relleno sanitario margen derecho. Carretera Km.2 a 100 metros», ubicada en las coordenadas 339018E/9693139N del Sistema WGS84.

De acuerdo a los resultados de la analítica presentados en el «Plan de Rehabilitación del Sitio Impactado por actividades de hidrocarburos S0104 Botadero Kilometro 2 – Cuenca Pastaza» elaborado para Fonam[26], se registra excedencia según los ECA para suelo, uso Agrícola, aprobados mediante Decreto Supremo N.° 011-2017-MINAM, en las muestras con códigos S0104-S002, S0104-S004, S0104-S013 y S0104-S014 para Plomo (Pb); S0104-S005 y S0104-S012 para Plomo (Pb) y Cadmio (Cd); S104-S003 para Fracción de

[24] De acuerdo a lo indicado en el Plan de Rehabilitación del Sitio Impactado S0104 (Botadero Kilometro 2). Agosto 2019. Carta N.° 375-2019-FONAM.
[25] Áreas determinadas en los PDR de los 32 Sitios Impactados por actividades de hidrocarburos, de las cuencas de los ríos Pastaza, Corrientes y Tigre, de acuerdo a la Carta N.° 375-2019-FONAM.
[26] Elaborado por la Consultora Ecodes Ingeniería – Varichem de Colombia.

Hidrocarburos F2 , Fracción de Hidrocarburos y Plomo (Pb); S0104-S012 para Fracción de Hidrocarburos F3, S0104-S016 para Cadmio (Cd) y Arsénico (As); S0104-S017 para Fracción de Hidrocarburos F2 y Fracción de Hidrocarburos y S0104-S005 para Cadmio (Cd), por lo que se presume que este foco potencial podría propagarse y generar impacto a través del suelo y agua subterránea (disolución de contaminantes y transporte a través de la capa freática) hasta el sitio S0355. La SSIM asignó al Sitio S104, el código de referencia R000160 (Anexo C).

Tabla 3.5. Códigos de muestras de suelo del Plan de Rehabilitación del sitio S0104 (Botadero KM 2) que registran excedencia, según los ECA para suelo, uso Agrícola, aprobados mediante Decreto Supremo N.° 011-2017-MINAM

Código de muestra	Profundidad	Parámetros que superan ECA para suelo, uso Agrícola
S0104-S002	0,00	Plomo (Pb)
S0104-S003	0,30	Fracción de hidrocarburos F2, Fracción de hidrocarburos F3 y Plomo (Pb)
S0104-S004	1,40	Plomo (Pb)
S0104-S005	0,80	Plomo (Pb) y Cadmio (Cd)
S0104-S005	0,00	Cadmio (Cd)
S0104-S012	0,00	Plomo (Pb) y Cadmio (Cd)
S0104-S012	1,00	Fracción de hidrocarburos F3
S0104-S013	0,00	Plomo (Pb)
S0104-S014	1,25	Plomo (Pb)
S0104-S016	0,00	Cadmio (Cd) y Arsénico (As)
S0104-S017	1,80	Fracción de hidrocarburos F2 y Fracción de hidrocarburos F3

Fuente: Plan de Rehabilitación del sitio S0104 – Botadero Km 2

Tabla 3.6. Descripción de foco potencial en el entorno del sitio S0355

Foco potencial	Descripción
Suelo contaminado (Referencia R000160)	Suelo contaminado por fracción de hidrocarburos F2, fracción de hidrocarburos F3, arsénico, plomo y cadmio.

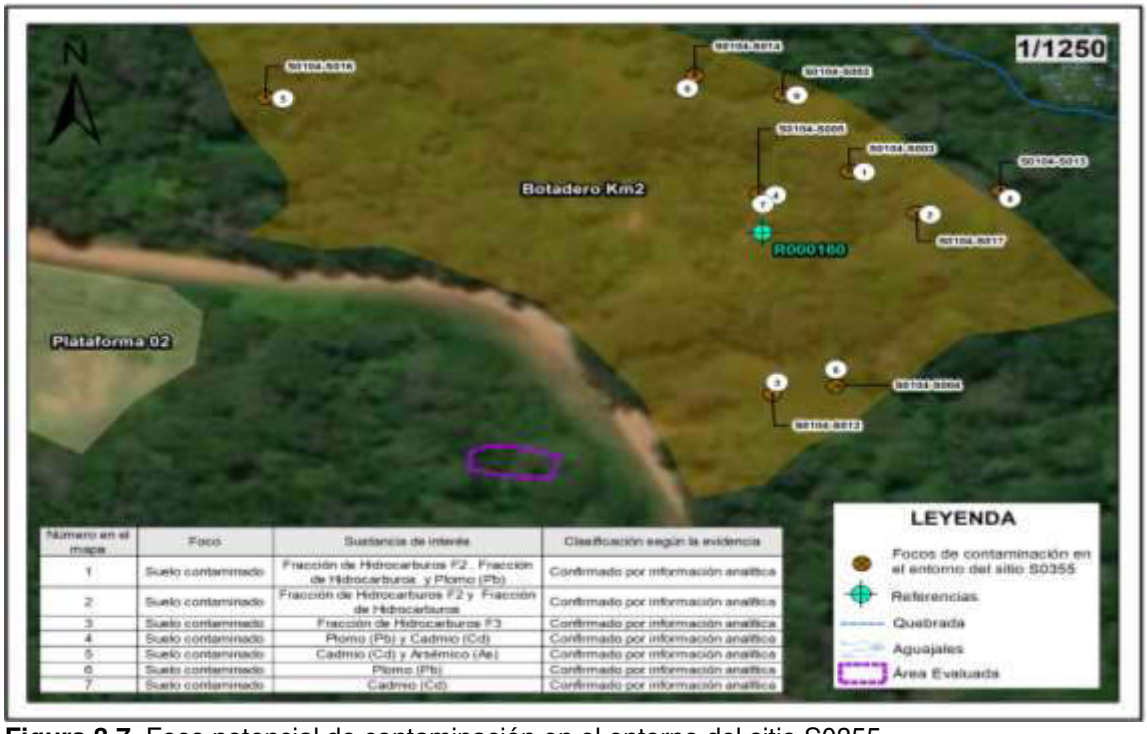


Figura 3.7. Foco potencial de contaminación en el entorno del sitio S0355

4. ANTECEDENTES

En 1971 se iniciaron las actividades en el Lote 192, en un inicio como dos lotes separados Lote 1-A (1971) y Lote 1-B (1978) ubicado en las cuencas de los ríos Corrientes, Tigre y Pastaza, departamento de Loreto, cuyos contratos fueron suscritos entre Petróleos del Perú (Petroperú) y la empresa Occidental Petroleum Corporation of Perú (OPCP), Sucursal del Perú, en los años 1972 y 1978[27]. Dichos contratos fueron resueltos, posteriormente Petroperú y OPCP firmaron el Contrato de Servicios para el Lote 192 cuya fecha de inicio fue el 30 de agosto de 1985 y cuya fecha de vencimiento fue el 30 de mayo de 2007, así como, el Contrato de Servicios Petroleros con riesgo de fecha 22 de marzo de 1986.

Durante 1999 Pluspetrol Corporation, sucursal del Perú (Pluspetrol) y OPCP negociaron la venta de la participación de OPCP en el Contrato de Servicios del Lote 192. Dicha venta se concretó el 10 de diciembre de 1999 por lo que, el 8 de mayo de 2000, Perupetro S.A., OPCP y Pluspetrol (desde el 2002 como Pluspetrol Norte S.A.) firmaron el Contrato de Sesión de Posición Contractual mediante el cual, Pluspetrol adquirió la calidad de parte Contratista en el Contrato de Servicios del Lote 192[28].

Con fecha 1 de junio de 2001, Perupetro y Pluspetrol suscribieron una modificación del Contrato del Lote 192, mediante dicha modificación las partes acordaron cambiar la fecha de terminación del contrato inicialmente fijada para el 30 de mayo de 2007 al 29 de agosto del 2015.

Posteriormente, el 30 de agosto de 2015 Perupetro y Pacific Stratus Energy del Perú S.A (ahora Frontera Energy del Perú S.A.[29]) suscribieron el Contrato de Servicios Temporal para la Explotación de Hidrocarburos en el Lote 192, hasta por el plazo de dos años, es decir, hasta el 29 de agosto de 2017[30]. Frontera Energy del Peru se encuentra operando a la fecha [31].

El sitio S0355 se encuentra en el ámbito del Lote 192, y corresponde a un área afectada por actividades de hidrocarburos, donde se observa una modificación de la zona producto de una excavación (posible zona de poza de lodos de perforación). Esta afectación estaría asociada a la actividad realizada en el pozo petrolero CAPS-02C, ubicado en la Plataforma 02, así como también al sitio S0104 (Botadero Km 2), el cual viene siendo gestionado por Profonanpe.

---

27 Decreto Supremo N.° 389-85-EF, que declara la rescisión del Contrato del Lote-1AA y del Contrato del Lote 1-B, publicado el 29 de agosto de 1985.

28 El 8 de mayo de 2000 Petroperú, OPCP y Pluspetrol celebran la cesión de pocesión contractual en el contrato de servicios del Lote 192 (Decreto Supremo N.° 007-2000-EM). En dicha cesión OPCP cedió el total de su participación del Lote 192 a favor de la empresa Pluspetrol.

29 Mediante Carta N.º S22019001280 (Registro N°: 2019-E01-0102017) del 23 de octubre de 2019, Pacific Energy del Perú S.A. comunicó al OEFA el cambio de denominación social a nombre de Frontera Energy del Perú S.A.

30 Aprobado mediante Decreto Supremo N.° 027-2015-EM, mediante el cual aprueba la conformación, extensión, delimitación y nomenclatura del área inicial del Lote 192, ubicado entre las provincias de Datem del Marañón y Loreto de la región Loreto.

31 Mediante Decreto Supremo N.° 004-2020-EM publicada el 27 de febrero de 2020 en el diario oficial El Peruano, se aprueba la modificación del Contrato de Servicios Temporal para la Explotación de Hidrocarburos en el Lote 192, aprobado por Decreto Supremo N.° 027- 2015-EM, a efectos de: i) extender por seis meses el plazo para la fase de explotación de Hidrocarburos del Contrato, ii) reflejar en el Contrato la modificación de la denominación social del Contratista a Frontera Energy del Perú S.A. y de su garante corporativo a Frontera Energy Corporation, e iii) incluir una cláusula anticorrupción.

4.1 Información documental vinculada al sitio S0355

4.1.1 Información vinculada a pedidos de las comunidades

- **Pedido de la comunidad nativa Nuevo Porvenir durante el reconocimiento del 1 de marzo de 2020**

Durante las actividades de reconocimiento realizadas (del 28 de febrero al 15 de marzo de 2020) en el marco de la comisión de servicio con código de acción 0001-03-2020-415, la comunidad Nuevo Porvenir con fecha del 01 de marzo de 2020, reportó un sitio posiblemente impactado, ubicado en las coordenadas 338933E/9693558N del sistema de coordenadas UTM WGS84 Zona 18 M. La SSIM asignó a la referencia el código R003871.

4.1.2 Otra información vinculada al sitio S0355

- **ETI del Lote 192. Lineamientos estratégicos para la remediación de los impactos de las operaciones petroleras en el ex Lote 1AB en Loreto, Perú**

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) Perú, elaboró el ETI del ex Lote 1AB[32], el cual contiene sugerencias y lineamientos para el proceso de remediación de las áreas afectadas por las actividades petroleras en el Lote 192. En este documento, se recomienda que la evaluación de la afectación por las actividades de hidrocarburos debe realizarse por microcuenca, donde el drenaje superficial define el patrón de movimiento de los contaminantes y su jerarquización se debe basar en una serie de criterios cualitativos relacionados con los impactos existentes, indicadores de peligro y características socioambientales potencialmente afectadas.

Para la cuenca del río Pastaza se identificaron 12 microcuencas, entre ellas, la microcuenca Ismacaño, la cual es receptora de impactos de un área muy amplia de pozos y derrames por ser una microcuenca amplia, presenta sedimentos y suelos contaminados, y es la quebrada cuyas riberas están más densamente pobladas en el ex Lote 1AB, en ese sentido. le otorga una prioridad de atención alta.

4.1.3 Información en el marco del proceso para la identificación de sitio impactado por actividades de hidrocarburos (Directiva)

- **Ficha de reconocimiento de sitio (OEFA) del 08 de mayo de 2020**

Mediante Ficha de reconocimiento N.º 0007-2020-SSIM, la DEAM aprobó la ficha de reconocimiento realizada al sitio S0355, cuyos resultados evidencian indicios de afectación a nivel organoléptico por presencia de hidrocarburos, así como también, se reporta presencia de una excavación (posible zona de pozas de lodos de perforación) en el componente suelo, determinándose un área estimada de 246 m^2 (Anexo B.1).

- **Plan de Evaluación Ambiental (OEFA) del 30 de julio de 2020**

Mediante Informe N.° 00051-2020-OEFA/DEAM-SSIM, la DEAM aprobó el PEA para la microcuenca PAS-40, que incluye a partir de las recomendaciones del Estudio Técnico Independiente del ex Lote 1AB, una evaluación a nivel de microcuenca, que permite mejorar

[32] Programa de las Naciones Unidades para el Desarrollo. 2018. ETI del ex Lote 1AB. Recuperado del PNUD Perú website: http://www.pe.undp.org/content/peru/es/home/library/democratic_governance/eti-del-ex-lote-1ab.html

el análisis sobre el riesgo, organizar la información y la gestión de los sitios impactados. El sitio S0355 se ubica en la microcuenca PAS-40, por lo que este documento se planificó las acciones para la para la evaluación de la calidad ambiental para este sitio, a fin de obtener información para la identificación de sitio y la estimación del nivel de riesgo a la salud y al ambiente (Anexo B.2).

De la revisión de la información documental vinculada al sitio S0355 y según corresponda, la SSIM asignó un código de referencia (asignándole la letra R seguida de un dígito). Las referencias asociadas para el área evaluada de este sitio se detallan en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1. Referencias asociadas al sitio S0355

N.°	Código Referencia	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 Sur		Descripción	Fuentes
		Este (m)	Norte (m)		
1	R003871	338933	9693055	«Sitio de una excavación (posible zona de pozas de lodos de perforación».	Pedido de la comunidad nativa Nuevo Porvenir.

Es necesario indicar que las referencia R000160 no corresponde al sitio S0355; sin embargo, se encuentra en el sitio S0100 (Botadero Km 2) que viene siendo gestionado por el Profonanpe.

En la siguiente figura se muestra la ubicación espacial de la referencia asociada al sitio S0355.

Figura 4.1. Registros de información asociada al sitio S0355

5. PARTICIPACIÓN CIUDADANA EN LA IDENTIFICACIÓN DE SITIOS IMPACTADOS

5.1 Participación ciudadana

El derecho a la participación en la gestión ambiental se encuentra reconocido en la Ley General del Ambiente[33]; asimismo, la DEAM del OEFA promueve dicha participación en todas sus acciones.

En el numeral VI de la Directiva para la identificación de sitios impactados por actividades de hidrocarburos se señala que «los equipos de monitoreo de las federaciones pueden brindar información vinculada sobre posibles sitios impactados y acompañar al personal del OEFA durante el desarrollo de la visita de reconocimiento y/o la ejecución de las actividades del PEA, en calidad de observadores, previa coordinación del OEFA». Asimismo, el Artículo 12 del Reglamento señala que para la identificación de sitios impactados el OEFA solicita información a los equipos de monitoreo de las federaciones de las cuencas de los ríos Pastaza, Corrientes, Tigre y Marañón, de corresponder.

5.2 Actores involucrados

La evaluación del sitio S0355 se desarrolló con la participación de los siguientes actores:

Comunidad nativa Nuevo Porvenir

Esta comunidad se encuentra ubicada aproximadamente a 3,6 km al suroeste del sitio S0355, en el ámbito de la cuenca del río Pastaza, distrito Andoas, provincia Datem del Marañón y departamento Loreto. Los pobladores de esta comunidad participaron realizando tareas de acompañamiento durante los trabajos de reconocimiento y ejecución de PEA.

De acuerdo a la información del Ministerio de Cultura, la comunidad nativa Nuevo Porvenir se identifica con el pueblo indígena Kichwa. La delimitación territorial de la comunidad se encuentra reconocida por la Resolución de la Dirección Regional Agraria del Gobierno Regional de Loreto R.D. N.º 306-98-MINAGDRA-L y titulada por R.D. N.° 021-2014-GRL-DRA-L[34]. Asimismo, según el Directorio Nacional de Centros Poblados del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) – Tomo 4, la comunidad Nuevo Porvenir tiene una población aproximada de 185 habitantes (censo del INEI 2017 y aplicación de la tasa de crecimiento promedio anual a nivel nacional) [35]. Actualmente el Apu de la comunidad nativa es el señor Juan Dahua Sandi.

Federación Indígena Quechua del Pastaza (Fediquep)

La comunidad nativa Nuevo Porvenir se encuentra asociada a Fediquep. Esta federación, creada el 9 de noviembre de 1992, reúne a 20 comunidades y anexos de la cuenca del río Pastaza, 14 comunidades pertenecientes al distrito de Andoas y 6 al distrito de Pastaza,

---

33 Ley N.° 28611-Ley General del Ambiente.
«Artículo III.- Del derecho a la participación en la gestión ambiental
Toda persona tiene el derecho a participar responsablemente en los procesos de toma de decisiones, así como en la definición y aplicación de las políticas y medidas relativas al ambiente y sus componentes, que se adopten en cada uno de los niveles de gobierno. El Estado concerta con la sociedad civil las decisiones y acciones de la gestión ambiental».

34 Base de datos de pueblos indígenas del Ministerio de Cultura, consultada el 18 de diciembre de 2020: https://bdpi.cultura.gob.pe/localidades/0

35 Datos de población según el Censo Nacional del INEI 2017. Según el ETI del ex Lote 1AB, indica que la población aproximada es de 240 habitantes. Consultado el 11 de diciembre de 2020: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1544/

provincia de Loreto, tanto de pueblos indígenas quechua como Achuar. El actual presidente es el señor Aurelio Chino Dahua.

Seis de estas comunidades se encuentran dentro del ámbito de influencia directa del Lote 192[36] y forman parte de la plataforma de Pueblos Indígenas Amazónicos Unidos en Defensa de sus Territorios (Puinamudt). Puinamudt está conformada por cuatro federaciones indígenas que agrupan a un total de 98 comunidades indígenas de Loreto que se encuentran dentro del ámbito de influencia directa e indirecta de los Lotes 192 y 8, así como las afectadas por el Oleoducto Norperuano y sus ramales.

Frontera Energy del Perú S.A

Esta empresa es el actual operador del Lote 192, a quien se le comunicó de las actividades a ejecutarse en campo mediante carta N.° 00086-2020-OEFA/DEAM (Anexo D). Se debe precisar que durante los trabajos de campo la citada empresa no se encontraba operando y no participó. Según Perupetro, las actividades en el Lote 192 se encuentran suspendidas por situación de fuerza mayor de marzo a setiembre de 2020[37].

5.2.1 Reuniones

Se realizaron coordinaciones y reuniones con los actores involucrados antes del inicio de las actividades programadas. Durante estas reuniones se informó sobre las actividades que se realizarían en el sitio S0355 (Anexo E), también se acordó la participación de los monitores ambientales de la zona, tal como se detalla en la Tabla 5.1.

Tabla 5.1. Reuniones con los actores involucrados

Lugar	Fecha	Actor	Descripción
Comunidad nativa Nuevo Porvenir	28 de febrero de 2020	Segundo Apu y monitores de la comunidad nativa Nuevo Porvenir	Reunión de coordinación con el segundo Apu comunal y los monitores ambientales en la comunidad nativa Nuevo Porvenir, previo al inicio de las actividades de reconocimiento de sitios impactados.
	19 de setiembre de 2020	Apu y monitores de la comunidad nativa Nuevo Porvenir	Reunión de coordinación con el Apu comunal y los monitores ambientales en la comunidad nativa Nuevo Porvenir, previo al inicio de las actividades de identificación de sitios impactados.

5.2.2 Ejecución de la evaluación ambiental

La evaluación ambiental para el sitio S0355 se desarrolló el 20 de octubre de 2020, en el que se realizó el muestreo de suelos; asimismo, se realizó el recojo de la información para la estimación del nivel de riesgo. Las ejecuciones de estos trabajos fueron realizadas con la participación activa de un monitor ambiental y 2 apoyos locales de la comunidad nativa Nuevo Porvenir.

[36] Observatorio Petrolero, consultado el 20 de diciembre de 2020: http://observatoriopetrolero.org/cuatro-cuencas/

[37] Perupetro (4 de diciembre de 2020). Estadística Mensual de Hidrocarburos. Septiembre de 2020. Recuperado de: https://www.perupetro.com.pe/wps/wcm/connect/corporativo/ad821034-edb7-4d98-b0e0ec61eddb7a04/Estadistica+Mensual+-+SEPTIEMBRE.pdf?MOD=AJPERES&Estadistica%20septiembre%202020

6. OBJETIVOS

6.1 Objetivo general

Evaluar la calidad ambiental del sitio S0355 para su identificación como sitio impactado por actividades de hidrocarburos y estimación del nivel de riesgo a la salud y al ambiente, en el marco de la Ley N.° 30321 y su Reglamento.

6.2 Objetivos específicos

- Evaluar la presencia de contaminantes en el componente ambiental suelo en el sitio S0355.
- Establecer las fuentes potenciales de contaminación y focos de contaminación del sitio S0355.
- Estimar el nivel de riesgo a la salud y al ambiente del sitio S0355.

7. METODOLOGÍA

A continuación, se presenta la metodología aplicada para evaluar la presencia de contaminantes en el componente suelo y para la estimación de riesgos.

7.1 Evaluación de presencia de contaminantes en el componente ambiental suelo en el sitio S0355

7.1.1 Área evaluada

La evaluación para el sitio S0355 planteó la necesidad de realizar el muestreo ambiental del componente suelo, se consideró un área de 246 m^2 (0,025 ha) que se muestra en la Figura 3.2.

Figura 7.1. Área evaluada para el sitio S0355

7.1.2 Suelo

7.1.2.1. Guía utilizada para la evaluación

El muestreo de suelo consideró las recomendaciones establecidas en las guías y manual detalladas en la Tabla 7.1.

Tabla 7.1. Documentos técnicos para el muestreo de suelo

Nombre	Dispositivo Legal	Entidad	País
Guía para muestreo de suelos	Resolución Ministerial N.º 085-2014-MINAM	Ministerio del Ambiente (Minam)	Perú
Guía para la elaboración de planes de descontaminación de suelos			
Manual de lineamientos y procedimientos para la elaboración y evaluación de informes de identificación de sitios contaminados	--		

7.1.2.2. Ubicación de puntos de muestreo

Los puntos de muestreo se ubicaron en toda la extensión del sitio S0355 y se distribuyeron con el objetivo de confirmar la presencia de contaminantes y estimar su extensión.

Se colectaron 5 muestras nativas puntuales en 2 niveles, distribuidas en 4 puntos de muestreo, de las cuales 4 muestras se tomaron a un primer nivel de profundidad (entre 0 m - 1,50 m) y 1 muestra a un segundo nivel de profundidad (entre 1,50 m - 2,20 m), conforme

consta en el Reporte de campo (Anexo F). Los puntos de muestreo se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 7.2. Ubicación de los puntos de muestreo de suelo en el sitio S0355

N.º	Código de Punto de muestreo	Código de muestra	Coordenadas UTM WGS 84–Zona 18M		Altitud (m s.n.m.)	Descripción
			Este (m)	Norte (m)		
1	S0355-SU-001*	S0355-SU-001	338933	9693055	214	Punto de muestreo ubicado a aproximadamente 91 m al este de la Plataforma 02 del pozo CAPS-02C y a 40 m al este aproximadamente del Botadero Km 2.
2	S0355-SU-002	S0355-SU-002	338940	9693060	214	Punto de muestreo ubicado a aproximadamente 97 metros al este de la Plataforma 02 del pozo CAPS-02C y a 40 m al este aproximadamente del Botadero Km 2.
3	S0355-SU-003	S0355-SU-003	338952	9693054	214	Punto de muestreo ubicado a aproximadamente 110 m al este de la Plataforma 02 del pozo CAPS-02C y a 40 m al este aproximadamente del Botadero Km 2.
		S0355-SU-003-PROF	338952	9693054	214	Muestra a profundidad en el punto de muestreo ubicado a aproximadamente 110 m al este de la Plataforma 02 del pozo CAPS-02C y a 40 m al este aproximadamente del Botadero Km 2.
4	S0355-SU-004	S0355-SU-004	338943	9693053	214	Punto de muestreo ubicado a aproximadamente 102 m al este de la Plataforma 02 del pozo CAPS-02C y a 40 m al este aproximadamente del Botadero Km 2.

La precisión de las coordenadas en todos los puntos de muestreo fue de ±3 m
(*): Durante la evaluación realizada en campo en el sitio S0355, en el marco de la comisión de servicio con código de acción N.° 0002-9-2020-415, y en atención a pedido de la comunidad en la referencia con código R003871 sitio reportado en campo por la comunidad nativa Nuevo Porvenir de fecha 1 de marzo de 2020, el personal de la SSIM realizó el muestreo en esta referencia. La SSIM asignó a este punto de muestreo el código S0355-SU-001.

Se complementó em muestreo de suelo con una muestra duplicado para control de calidad y una muestra fuera del sitio para evaluar posible migración del contaminante (S0355-SU-005).

Tabla 7.3. Ubicación del duplicado de muestreo y del punto fuera del sitio

N.º	Código de muestra	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 M		Altitud (m.s.n.m.)	Descripción
		Este (m)	Norte (m)		
1	S0355-SU-DUP1	338731	9693215	209	Duplicado de la muestra con código S0355-SU-004, ubicado 67 m al noreste de la trocha carrozable hacia Capahuari Norte, margen derecho. Muestra tomada a una profundidad entre 0 m – 1,50 m.
5	S0355-SU-005	338920	9693081	215	Punto de muestreo ubicado a aproximadamente 25 m al noroeste fuera del sitio S0355, a aproximadamente 70 m al este de la Plataforma 02 del pozo CAPS-02C y a 40 m al suroeste aproximadamente del Botadero Km 2.

La precisión de las coordenadas en todos los puntos de muestreo fue de ±3 m
(*): Muestra codificada como S0355-SU-005 tomada fuera del sitio S0355, para evaluar movilidad del contaminante.

La distribución de las muestras se observa en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**2 y Anexo A.2.

Figura 7.2. Ubicación de los puntos de muestreo de suelo en el sitio S0355

7.1.2.3. Parámetros y métodos a evaluar

Los parámetros, asociados a posibles contaminantes, y métodos de análisis de las muestras de suelo tomadas en el sitio S0355 se detallan en la Tabla 7.4.

Tabla 7.4. Parámetros analizados en el suelo del sitio S0355

N.°	Parámetro	Método de ensayo	Descripción
1	Fracción de hidrocarburos F1 (C6-C10)	Método EPA 8015 C, Rev. 3 (2007)	Cromatografía CG FID HS Cromatografía de gases con detector de ionización de llama *head space*
2	Fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28)	Método EPA 8015 C, Rev. 3 (2007)	Cromatografía CG FID Cromatografía de gases con detector de ionización de llama
3	Fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40)	Método EPA 8015 C, Rev. 3 (2007)	Cromatografía CG FID Cromatografía de gases con detector de ionización de llama
4	Metales totales (As, Ba total, Cd. Cr total, Hg, Pb)	Método EPA 3050 B Rev. 2 (1996) / Método EPA 6010 B Rev. 2 (2014) Validado	Espectrometría ICP-MS Espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente
6	Cromo VI	PP-205 Rev. 6 (2018)	Espectrometría ICP-OES Espectrometría de emisión atómica de plasma acoplado inductivamente
7	Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs)	Método EPA 8270 D Rev. 4 (2007)	Cromatografía CG/MS-MS Cromatografía de gases /Espectrometría de masas
8	BTEX	Método EPA 8260 C Rev. 3 (2006)	Cromatografía CG / MS Cromatografía de gases/Espectrometría de masas

Fuente: Informes de ensayo N.° SAA-20/01236, S-20/045796 y S-20/045797 - AGQ Perú S.A.C.

7.1.2.4. Equipos e instrumentos utilizados

Para realizar el muestro de suelos, se utilizó los siguientes equipos:

Tabla 7.5. Equipos utilizados en el muestreo de suelo

Componente/Matriz	Equipos/ Materiales	Marca	Modelo	Serie	N.° de certificado de calibración
Suelo	Equipo de posicionamiento GPS	Garmin	Montana 680	4HU005032	--
	Cámara digital	Canon	Powershot D30BL	62051001250	--
	Barreno	AMS	--	--	--
	Detector de Fotoionización (PID)	Rae SystemS	MiniRae 3000 PGM7320	592-912882	LG-0132020

7.1.2.5. Criterios de comparación

En el sitio S0355 no se observó ningún uso industrial y se encuentra a 85 m al sureste de la Plataforma 02; en ese sentido, los resultados obtenidos del muestreo de suelo fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo, uso agrícola, aprobado mediante Decreto Supremo N.° 011-2017-MINAM.

Debe señalarse que, de acuerdo a lo establecido en la citada norma, se define «Suelo agrícola» como: «suelo dedicado a la producción de cultivos, forrajes y pastos cultivados. Es también aquel suelo con aptitud para el crecimiento de cultivos y el desarrollo de la ganadería. Esto incluye tierras clasificadas como agrícolas, que mantienen un hábitat para especies permanentes y transitorias, además de flora y fauna nativa, como es el caso de las áreas naturales protegidas».

Asimismo, en la Línea de Base Ambiental del EIA Sísmica 3D en Capahuari Norte-Sur, Tambo Este y Jibaro Nor Este-Jibarito Lote 1AB[38] (Nota al pie) se ha identificado que los suelos en estos yacimientos pertenecen a cinco (5) Grupos de Capacidad de Uso Mayor de Tierras: Tierras aptas para cultivos en limpio (A), Tierras aptas para cultivos permanentes (C), Tierras aptas para producción de pastos (P), Tierras aptas para producción forestal (F) y tierras de protección (X). De acuerdo al mapa elaborado en este IGA, el sitio S0355 se emplaza sobre el grupo de tierras aptas para producción forestal (F).

7.1.2.6. Análisis de datos

Los resultados obtenidos del análisis de laboratorio, se muestran en el Reporte de resultados del sitio S0355 (Anexo G); estos fueron digitalizados y sistematizados en una base de datos, consignando la información recogida por cada punto de muestreo o muestra de suelo. Se utilizaron tablas y figuras de barras de los parámetros que superaron el ECA para suelo, con la finalidad de que las concentraciones resultantes permitan confirmar si el sitio se encuentra contaminado o no.

En base a los puntos contaminados se realizó la delimitación del área impactada aplicando técnicas geoestadísticas en las que se consideró la base de datos (antes mencionada) con

[38] Aprobado mediante Resolución Directoral N.° 303-2011-MEM/AAE.

información de las concentraciones de los parámetros evaluados. Para la aplicación de estas técnicas geoestadísticas se realizó un análisis exploratorio y estructural de los datos de manera que se identificaron los valores extremos de las concentraciones, la distribución normal de las concentraciones o su normalización mediante transformaciones (logarítmicas, *box-cox*, entre otras), la evaluación de la distribución de las variables y su posible correlación (Giraldo-Henao, 2002).

El análisis estructural ha permitido ajustar los modelos teóricos para la distribución espacial de las concentraciones de los parámetros evaluados (semivariogramas) y mediante técnicas de interpolación espacial tales como *kriging* ordinario o distancia inversa ponderada fue posible obtener los mapas de concentraciones de F2 y F3 que superen el ECA para suelo.

Estos mapas fueron reclasificados para una óptima presentación e interpretación, de manera que se ha considerado tres clases estandarizadas y se representan en colores: verde (píxeles con presencia de parámetro contaminante), amarillo (píxeles con límite inferior de incertidumbre de los resultados analíticos respecto del ECA suelo del contaminante) y rojo (píxeles que superan el ECA suelo).

El área impactada es el resultado de la superposición de los píxeles que superen el ECA para suelo en al menos un contaminante (píxeles rojos).

7.2 Establecer las fuentes potenciales y los focos de contaminación del sitio S0355

El PEA de la microcuenca PAS-40, que contiene al sitio S0355, planteó la necesidad de incluir un listado de todas las instalaciones en el sitio y su entorno a fin de establecer, de ser el caso, su interacción como fuentes potenciales contaminación generadoras del sitio. Asimismo, para definir y listar los focos de contaminación (componentes ambientales contaminados).

Se georreferenció las instalaciones en el sitio y su entorno cercano, además, se recolectó información documental que se lista a continuación:

- Ubicación geográfica.
- Elevación relativa.
- Qué producto/compuesto se manejan en la instalación.
- Indicación del estado de la instalación, si aún existe o si fue retirada en el pasado.
- Asociación de la instalación con algún evento de emergencia ambiental de la base de datos del OEFA.

La Figura 7.3. muestra la ubicación de las fuentes potenciales de contaminación (instalaciones) y los focos potenciales de contaminación (indicios organolépticos) descritos en la Tabla 3.2 y Tabla 3.4.

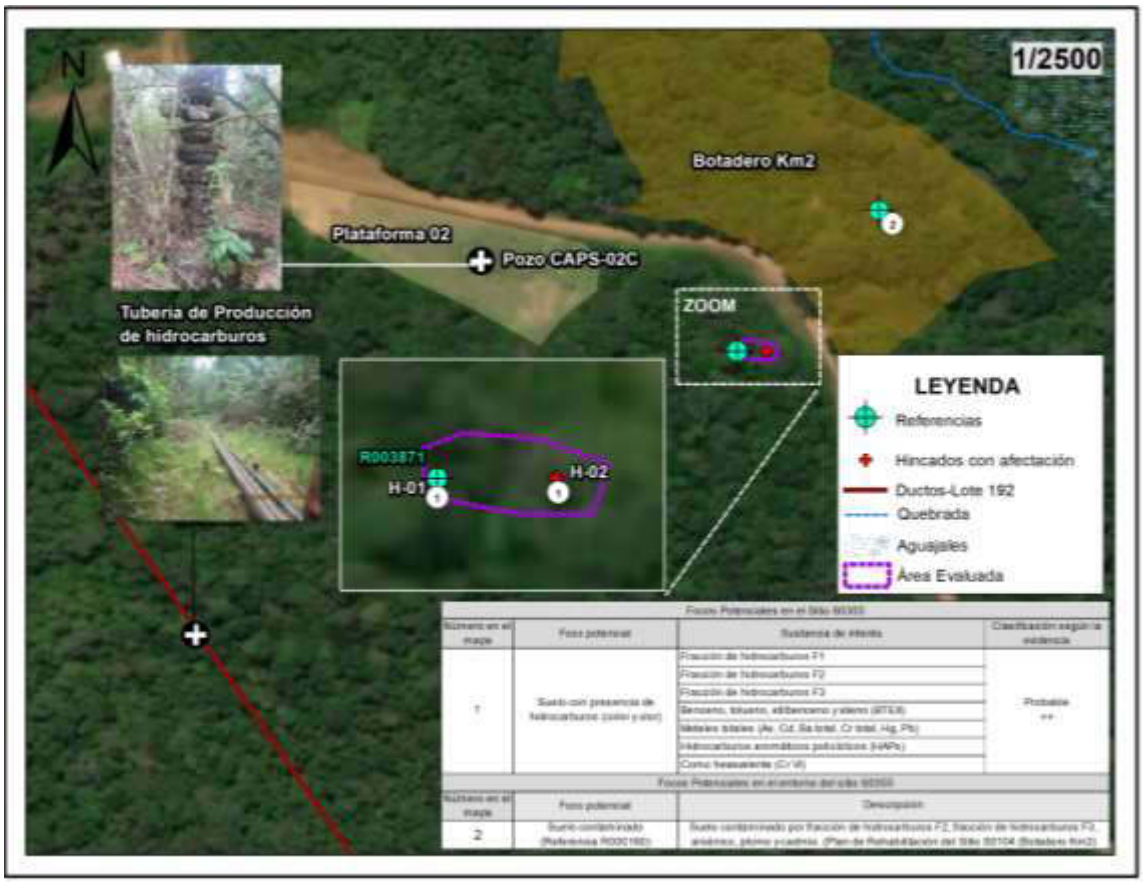


Figura 7.3. Ubicación de las fuentes y focos potenciales de contaminación para el sitio S0355

Para validar los focos potenciales de contaminación (indicios organolépticos) en el componente suelo y establecerlos como focos de contaminación se tomará la información de los resultados analíticos del componente evaluado y su comparación con los ECA para suelo, uso agrícola.

7.3 Estimación del nivel de riesgo a la salud y al ambiente del sitio S0355

La estimación del nivel de riesgo del sitio impactado S0355, se realizó conforme a los lineamientos establecidos en la Metodología para la Estimación del Nivel de Riesgo a la Salud y al Ambiente de Sitios Impactados aprobada por Resolución de Consejo Directivo N.° 028-2017-OEFA/CD.

Dicha metodología requiere de información para su aplicación, la cual se recogió durante todo el proceso de identificación desarrollado para el sitio, tanto en el reconocimiento, como durante la ejecución del plan de evaluación y en gabinete. La información necesaria se recogió y consolidó en la «Ficha para la Estimación del Nivel de Riesgo» (Anexo H), datos tales como:

- Descripción topográfica.
- Características estacionales del sitio (inundabilidad).
- Descripción de accesos, condiciones de seguridad y facilidades logísticas del sitio.
- Información del centro poblado más cercano al sitio (población, costumbres, usos del sitio por parte de la población, etc.).
- Actividades actuales e históricas en el sitio.

- Descripción específica del sitio (características organolépticas, estado del ecosistema, presencia de posibles focos primarios o secundarios en el sitio, características litológicas del suelo, posibles usos del sitio, diagramas o croquis).
- Otra información contenida en la «Ficha para la Estimación del Nivel de Riesgo».

Cabe recordar que la metodología, establece tres indicadores que muestran los riesgos por la presencia de peligros de tipo físico y por la presencia de sustancias contaminantes, tal como se muestra en la Figura 7.4.

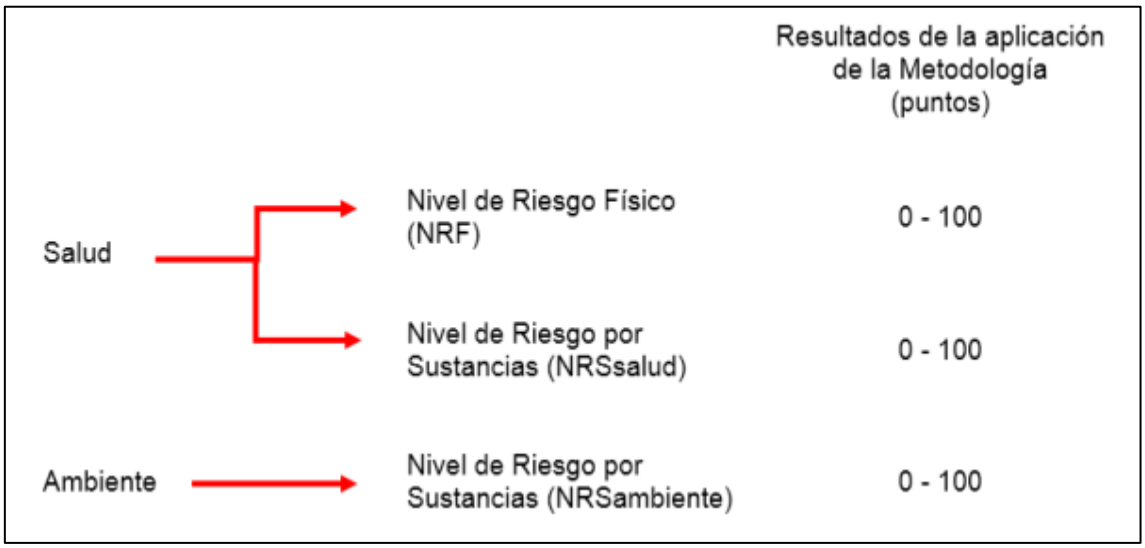


Figura 7.4. Indicadores de riesgos por presencia de peligros de tipo físico y por presencia de sustancias contaminantes
Fuente: «Directiva para la Identificación de Sitios Impactados por Actividades de Hidrocarburos y su Anexo, la Metodología para la Estimación del Nivel de Riesgo a la Salud y al Ambiente de Sitios Impactados»

Para la aplicación de la metodología se utilizó la «Ficha de evaluación de la estimación del nivel de riego» (Anexo I), que es una hoja de cálculo de Excel programada con los algoritmos establecidos en la metodología y que proporciona los resultados de la aplicación de la metodología de la estimación del nivel de riesgo.

8. RESULTADOS

8.1 Presencia de contaminantes en el componente suelo

Los resultados de laboratorio fueron reportados en los informes de ensayo N.° SAA-20/01236, S-20/045796 y S-20/045797 y se encuentran en el reporte de resultados (Anexo G). Los parámetros de fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y fracción hidrocarburos F3 (>C-28-C40) registran valores que superan los ECA para suelo, uso agrícola, aprobado mediante Decreto Supremo N.° 011-2017-MINAM, tal como se detalla en la Tabla 8.1.

Tabla 8.1. Resultados de las muestras que superaron los ECA para suelo, uso agrícola en el sitio S0355

Código de muestras	Parámetros	
	Fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28) (mg/kg PS)	Fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40) (mg/kg PS)
S0355-SU-001	**25756**	**16282**
S0355-SU-004	**2839**	2014
D.S. N.° 011-2017-MINAM ECA para suelo, uso agrícola	**1200**	**3000**

: Supera el ECA para suelo, uso agrícola
PS: Peso seco

Fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28)

En la Figura 8.1 se presentan las concentraciones parámetros de fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28) en las muestras de suelo tomadas en el sitio S0355; de las 5 muestras nativas, las muestras con código S0355-SU-001 y S0355-SU-004 (muestras recolectadas a una profundidad entre 0,80 m a 1,05 m y entre 0,85 a 1,10 m, respectivamente) superaron los ECA para suelo, uso agrícola.

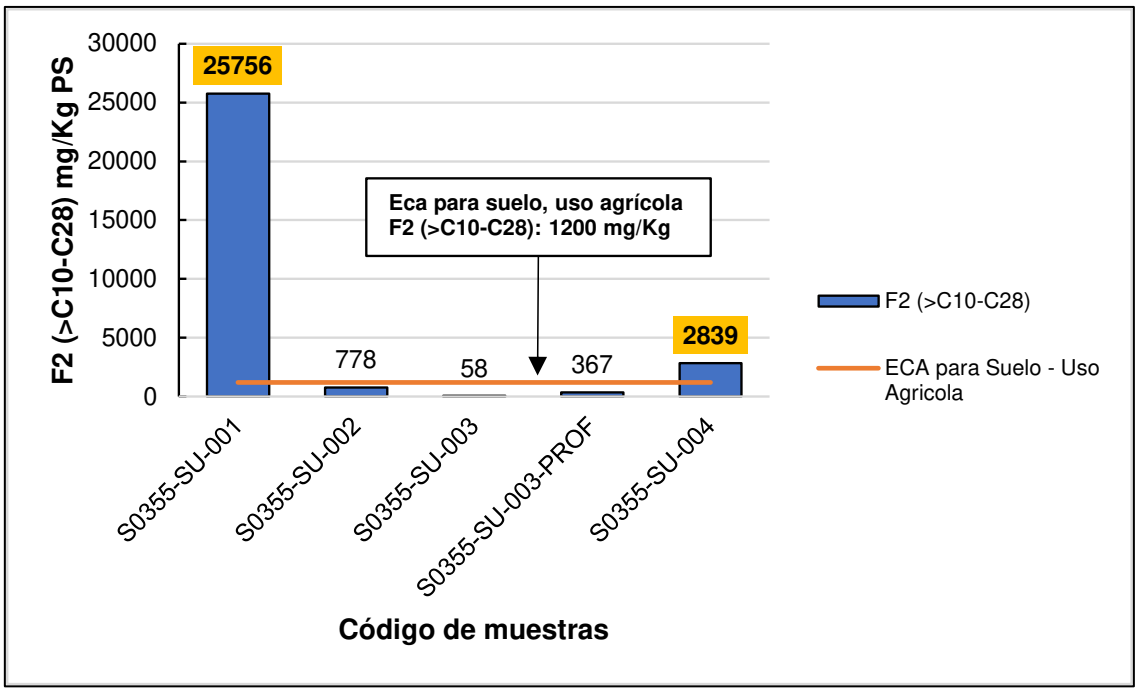


Figura 8.1. Resultados de fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28) en el sitio S0355

Asimismo, a los resultados obtenidos se les realizó el modelamiento de concentraciones mediante la interpolación espacial kriging ordinario (KO), con la finalidad de advertir la extensión del contaminante en el área de evaluación y su entorno, las concentraciones que exceden los ECA son resaltadas de color rojo, y de color amarillo evidencia la presencia de los contaminantes de interés con concentraciones cercanas al ECA, tal como se puede evidenciar en la siguiente figura.

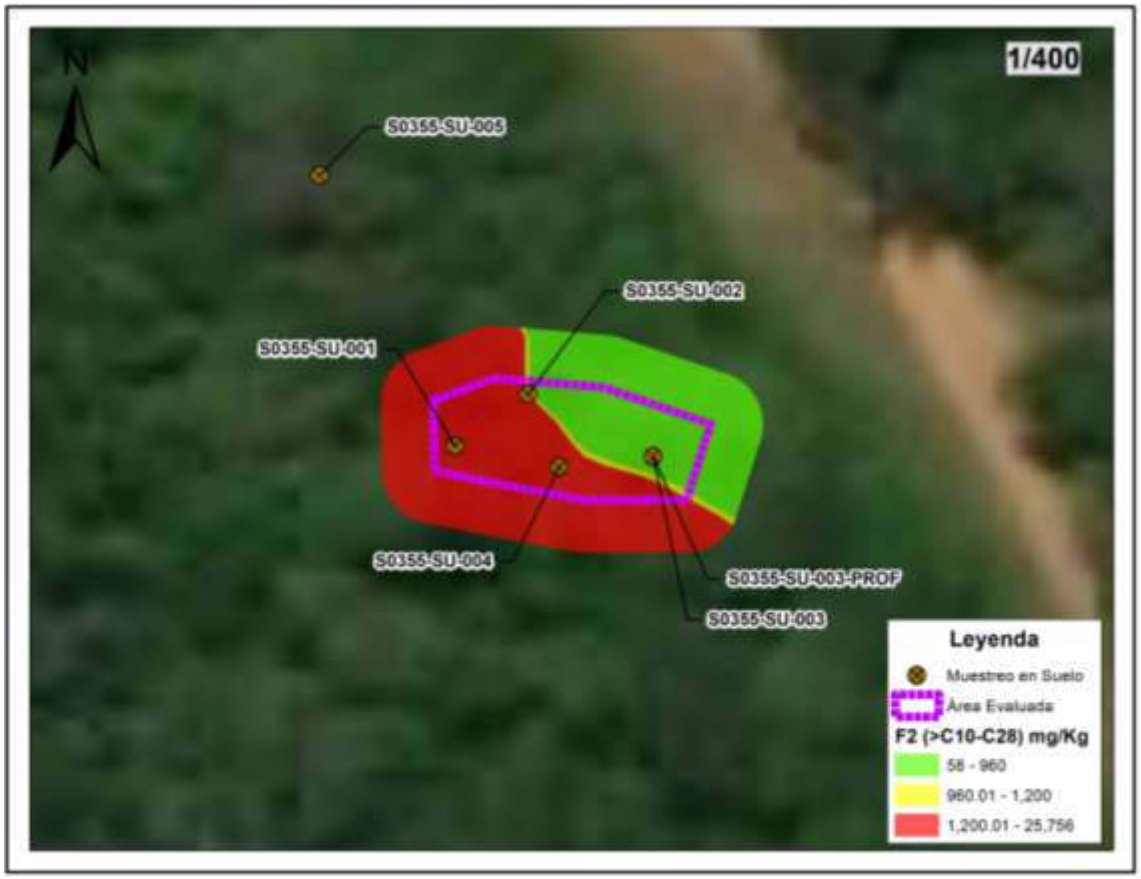


Figura 8.2. Distribución espacial de concentraciones de fracción de hidrocarburos F2 en suelo del sitio S0355

Fracción de hidrocarburos F3 (>C-28-C40)

En la Figura 8.3 se presentan las concentraciones de la fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40) en las muestras de suelo del sitio S0355, en la cual se puede apreciar que, de las 5 muestras nativas, la muestra con código S0355-SU-001 (tomada entre 0,80 m - 1,05 m profundidad) superó los ECA para suelo, uso agrícola.

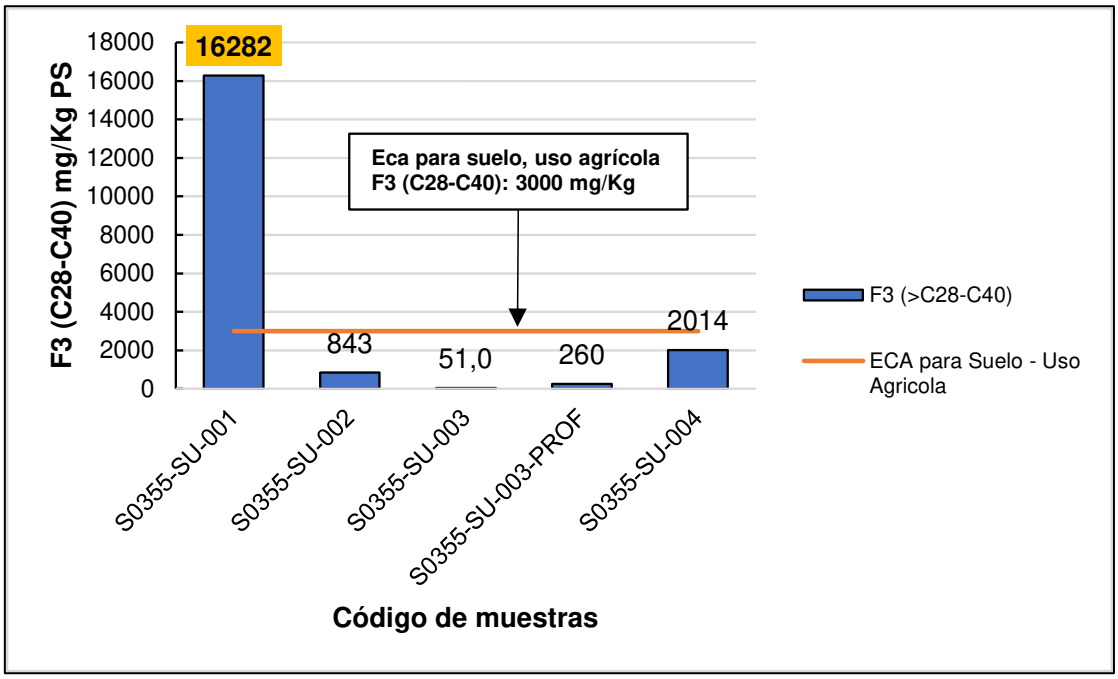


Figura 8.3. Resultados de fracción de hidrocarburos F3 (C28-C40) para el sitio S0355

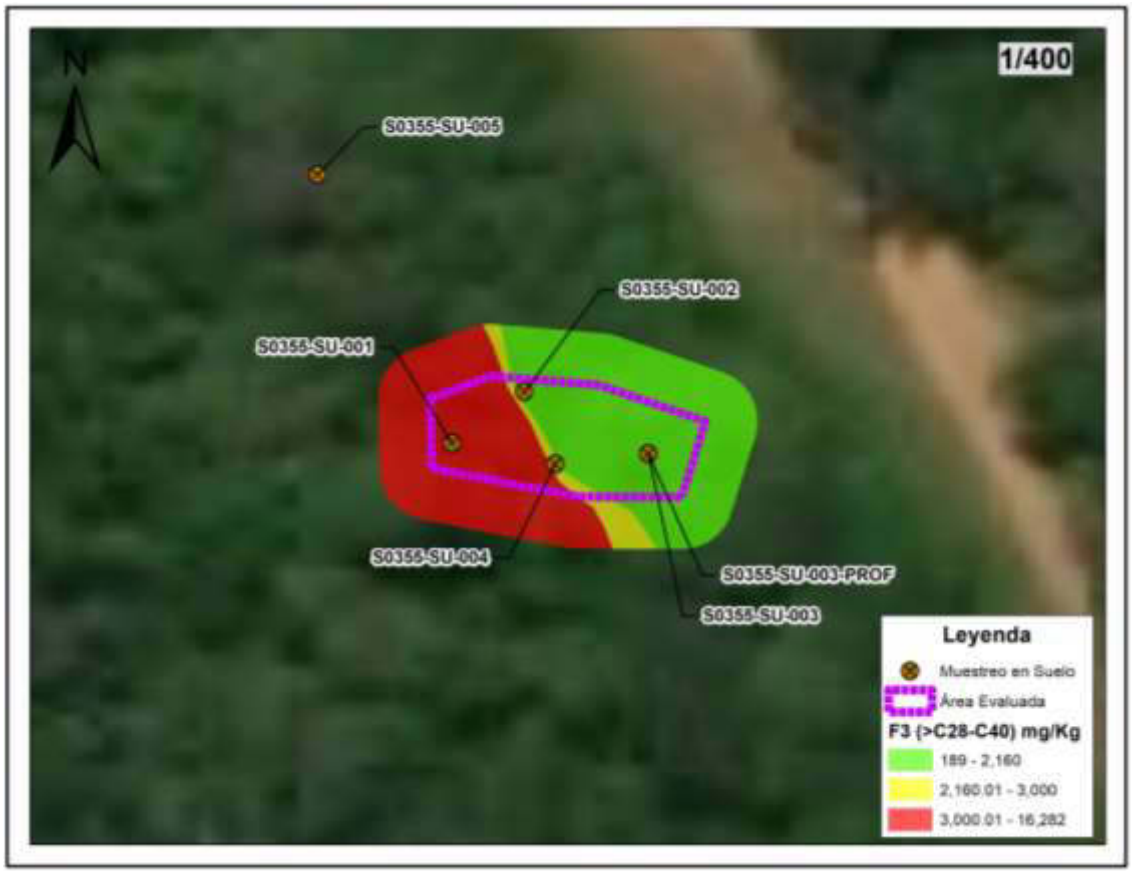


Figura 8.4. Distribución espacial de concentraciones de fracción de hidrocarburos F3 en suelo del sitio S0355

En la Figura 8.5 se muestra los puntos de muestreo de suelo que exceden los ECA para suelo, uso agrícola, evaluados en el sitio S0355.

Figura 8.5. Puntos de muestreo con concentraciones que superan los ECA Suelo, uso agrícola, en el sitio S0355

8.2 Fuentes potenciales de contaminación y focos de contaminación del sitio S0355

No se registran fuentes potenciales en el sitio; sin embargo, se identificaron fuentes potenciales en el entorno del sitio, tales como el pozo petrolero CAPS-02C ubicado en la Plataforma 02. Asimismo, se considera como posible fuente potencial de contaminación al Botadero Km 2 (Sitio 104), el cual se encuentra a 50 m al oeste del sitio S0355, donde se tiene referencias que el dicho sitio fue utilizado para realizar la disposición de residuos generados por la industria petrolera.

Con respecto a los focos de contaminación en el sitio se considera al componente ambiental evaluados (suelo), cuyos resultados analíticos registran valores que superan los ECA para suelo, uso agrícola, tal como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 8.2. Descripción de focos de contaminación en el sitio S0387

Número en el mapa	Foco	Sustancia de interés	Clasificación según la evidencia
1	Suelo contaminado	Fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28) Fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40)	Confirmado por información analítica

Además, en el entorno al sitio, se considera como foco potencial de contaminación al suelo asociado a la referencia R000160, ubicado en el área del sitio S0104 (Botadero Km 2) en la cual se reporta excedencias para los parámetros fracción de hidrocarburos F2, fracción de hidrocarburos F3, arsénico, plomo y cadmio.

Tabla 8.3. Descripción del foco potencial de contaminación en el entorno del sitio S0355

Número en el mapa	Foco	Sustancia de interés	Clasificación según la evidencia
2	Suelo contaminado (R000160)	Fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28) Fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40 Metales totales (As, Pb y Cd)	Confirmado por información analítica (Plan de rehabilitación del sitio impactado S0104 - Botadero Km 2, de Profonanpe)

La ubicación de las fuentes potenciales y foco de contaminación en el sitio S0355 se presenta en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**.

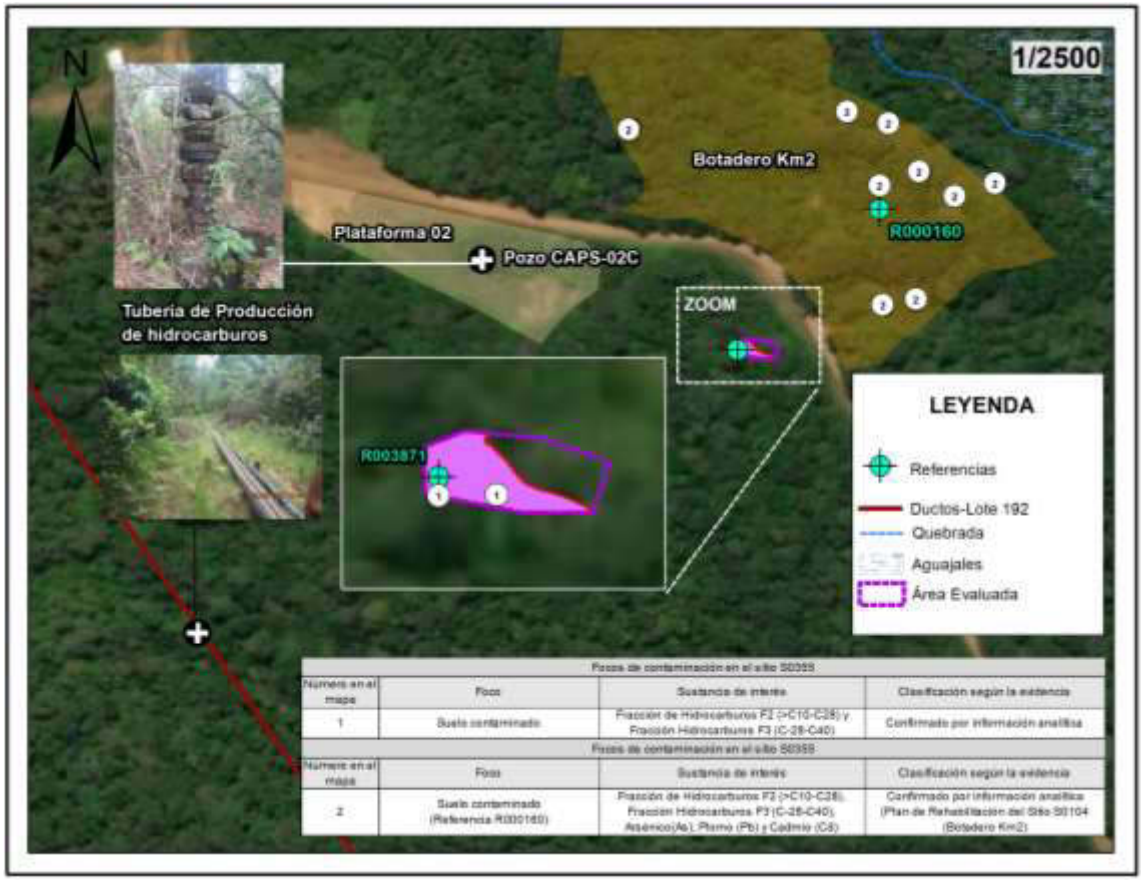


Figura 8.6. Ubicación de fuentes y foco de contaminación en el sitio S0355

8.3 Estimación del nivel de riesgo a la salud y al ambiente del sitio impactado S0355

De la aplicación de la metodología para la estimación del nivel de riesgo aprobada mediante Resolución de Consejo Directivo N.° 028-2017-OEFA/CD, reportada en la «Ficha de evaluación de la estimación de nivel de riesgo[39]» (Anexo I), que ha sido procesada con la

[39] Hoja Excel programada con los algoritmos y lineamientos establecidos en la metodología.

información recolectada en todo el proceso desarrollado para la identificación del sitio S0355, que incluye el trabajo de campo, trabajo de gabinete (ver ficha para la estimación del nivel de riesgo, Anexo H); y la evaluación de las concentraciones de los diversos parámetros fisicoquímicos considerados, se han obtenido los siguientes resultados:

De acuerdo a dichos resultados el Nivel de Riesgo Físico tiene un valor de 0 que representa un nivel de riesgo No aplica, debido a que no se presenta instalaciones ni estructuras mal abandonadas dentro del sitio que pudieran generar daño a potenciales receptores.

Además, el valor obtenido para el Nivel de Riesgo por Sustancias a la Salud (NRS_{salud}) es de 57,5 que representa un nivel de riesgo MEDIO, debido a que en el sitio S0355 se encontró concentraciones de fracción de hidrocarburos F2 y fracción de hidrocarburos F3 que superan los ECA para suelo, uso agrícola; así como las condiciones encontradas para los diferentes factores de transporte de contaminantes y puntos de exposición de los receptores humanos analizados.

Asimismo, el valor obtenido para el Nivel de Riesgo por Sustancias al Ambiente ($NRS_{ambiente}$) es de 47,2 que representa un nivel de riesgo MEDIO, debido a que en el sitio S0355 se encontró concentraciones de fracción de hidrocarburos F2 y fracción de hidrocarburos F3 que superan el ECA para suelo, uso agrícola; así como las condiciones encontradas para los diferentes factores de transporte de contaminantes y puntos de exposición de los receptores humanos analizados.

En la siguiente tabla se presentan los resultados obtenidos:

Tabla 8.4. Resultados de la estimación del nivel de riesgo a la salud y al ambiente

Estimación del riesgo	Parámetro	Puntaje*	Clasificación
Riesgo a la salud	NRF	0	No Aplica
	NRS_{salud}	57,5	Nivel de Riesgo Medio
Riesgo al ambiente	$NRS_{ambiente}$	47,2	Nivel de Riesgo Medio

(*): Con rangos de hasta 100 puntos

9. DISCUSIÓN

De los resultados obtenidos, se evidencia que el suelo del sitio S0355 presenta contaminación por presencia de hidrocarburos, al registrarse valores de la fracción de hidrocarburos F2 (muestras con código S0355-SU-001 y S0355-SU-004) y fracción hidrocarburos F3 (S0355-SU-004) que superan el ECA para suelo, uso agrícola, vigente y aprobado mediante el Decreto Supremo N.° 011-2017-MINAM, tal como se puede observar en la Tabla 8.1 y Figura 9.1.

Figura 9.1. Puntos de muestreo con excedencia de los ECA para Suelo, uso agrícola en el sitio S0355

De los 4 puntos de muestreo en el sitio S0355, solo 2 puntos presentan valores que superan los ECA para suelo, uso agrícola, uno de los cuales exceden a la vez para los parámetros fracción de hidrocarburos F2 y fracción de hidrocarburos F3 (muestra con código S0355-SU-001), tal como se puede observar en la figura 9.1.

El suelo contaminado por las fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40) en el sitio S0355, estaría relacionado a la actividad petrolera realizada en la Plataforma 02 donde se ubica el pozo CAPS-02C,en el entorno al sitio, debido a que se encontró una modificación en la zona, producto de una excavación, que de acuerdo a la información dada por los pobladores locales correspondería a una posible zona de poza de lodos de perforación, y en donde se observó presencia de vegetación herbácea y hojarascas con agua acumulada producto de las lluvias, así como también iridiscencia al momento de remover el fondo del suelo inundable en diferentes puntos del sitio. Según el ETI para el Ex Lote 1AB señala que los detritos (desechos) de perforación es la principal corriente residual de las actividades de perforación en pozos.

El EIA realizado por OXY en 1995 con motivo de la perforación de 21 pozos, muestra que en los primeros se utilizaron lodos base agua para los horizontes superiores y base diésel (base oleaginosa, según el argot de la época) para la sección horizontal[40]. Se menciona el uso de barita para los horizontes más profundos con mayor presión. Posteriormente,

[40] Estudio de Impacto Ambiental. Proyecto de perforación del Lote 1AB. 1995.

Pluspetrol utilizó lodos base agua de diferente composición para todo el hoyo, mencionándose el uso de Spersene[41] en algunos casos.

No se consiguió información acerca de las prácticas de manejo del detrito de perforación en etapas más tempranas de las operaciones en el ex Lote 1AB. Sin embargo, se presume que los detritos de perforación pudieron descargarse directa o indirectamente al medio ambiente[42].

Asimismo, en el entorno del sitio S0355, a 50 m en dirección este, se encuentra el Botadero Km2, sitio con código S0104 y que viene siendo gestionado por Profonanpe. Este sitio fue utilizado para realizar la disposición de residuos generados por la industria petrolera. De acuerdo a los resultados de la analítica presentados en el Plan de Rehabilitación del Sitio Impactado por actividades de hidrocarburos S0104 Botadero Kilometro 2 – Cuenca Pastaza, elaborado para Fonam[43] (ahora el Profonampe), el componente suelo de este sitio se encuentra contaminado por fracción de hidrocarburos F2 y F3, y por metales como arsénico, plomo y cadmio; por lo que se presume que este foco potencial podría propagarse y generar impacto a través del suelo y agua subterránea (disolución de contaminantes y transporte a través de la capa freática) hasta el sitio S0355. La presencia de fracciones de hidrocarburos, se debe a la inadecuada disposición de lubricantes, grasas y aceites que fueron enterrados en celdas a profundidades que oscilan entre 0,30 y 2,5 m[44].

El sitio S0355 constituye un sitio impactado dado que cumple con la definición de sitio impactado contemplada en el Artículo 3° del Reglamento de la Ley N.° 30321, al presentar suelos contaminados asociados a la actividad de hidrocarburos.

Por otro lado, respecto a la aplicación del modelamiento de concentraciones mediante la interpolación espacial kriging ordinario (KO) de los parámetros fracción de hidrocarburos F2 y F3 que exceden los ECA de suelo, uso agrícola (D.S. N.° 011-2017-MINAM) en el sitio S0355 (Figuras 8.2 y 8.4), realizado con la finalidad de advertir la extensión de la contaminación, se puede observar que, en el área de evaluación de 246 m^2 (0,025 ha), las concentraciones en la fracción de hidrocarburos F2 (muestras S0355-SU-001 y S0355-SU-004) y fracción hidrocarburos F3 (muestra S0355-SU-001) evidencian zona contaminada indicada en color rojo (valores que superan el ECA: >1200 mg/kg PS para F2 y, >3000 mg/kg PS para F3), así como una zona de color amarillo (valores entre 960 y 1200 mg/kg PS para F2 y, entre 2160 y 3000 mg/kg PS para F3) que evidencia la presencia de los contaminantes de interés con concentraciones cercanas al ECA. Se observa además que, de la superposición de las áreas contaminadas por fracción de hidrocarburos F2 y fracción hidrocarburos F3 (pixeles en rojo), se estaría evidenciando un área impactada de 141 m^2 (0,014 ha).

9.1 Modelo conceptual para el sitio S0355

El modelo conceptual se ha elaborado considerando los lineamientos de la Guía para la Elaboración de Planes de Planes de Descontaminación de suelos (2014) que se encuentra alienado con el modelo Contaminante (fuente secundaria) - Vía de transporte - Receptor. Así pues, en relación a dichos elementos y considerando la información disponible del

41 El aditivo SPERSENE CFI es lignosulfonato de hierro, un desfloculante especialmente desarrollado para actuar en todos los lodos a base de agua. Consultado de https://es.scribd.com/document/144699440/Spersene-CFI

42 Ídem 40.

43 Ídem 26.

44 Plan de Rehabilitación del Sitio Impactado por actividades de hidrocarburos S0104 Botadero Kilometro 2 – Cuenca Pastaza elaborado por Fonam. Página 226.

reconocimiento y de evaluación de los componentes ambientales realizados. Se tienen los siguientes fundamentos.

9.1.1. Fuentes secundaria

De la evaluación en el área evaluada o API establecido para el sitio S0355 se tiene que, se ha advertido concentraciones en niveles de contaminación de los componentes ambientales:

- Contaminación en el suelo por fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40).

9.1.2. Receptores y puntos de exposición

El sitio S0355 se encuentra dentro de los territorios de la comunidad nativa Nuevo Porvenir por ello se ha recopilado información en relación a dicha comunidad sobre sus puntos de exposición en la medida de su existencia y conocimiento como: centros poblados, puntos de abastecimiento de agua de los centros poblados, pozos de agua subterránea, áreas de pesca, áreas de cultivo, áreas de recolección de frutos, áreas de caza.

Asimismo, cerca al sitio se observó una vivienda que se emplaza en territorios de la comunidad nativa Titiyacu y por las condiciones de terreno como la topografía y escurrimiento, la vivienda se encuentra pendiente abajo del sitio.

Esta vivienda o albergue comunal es usado por un grupo de familias de la comunidad nativa Titiyacu, que se dedica a cubrir un periodo de guardia o vigilancia de una de las tranqueras que controla la entrada y salida, contratados por la empresa Frontera Energy, administrador del Lote 192, a fin de controlar el ingreso y salida de las instalaciones petroleras.

De los trabajos en campo se ha observado los siguientes puntos de exposición respecto de los pobladores de Nuevo Porvenir y Titiyacu:

Tabla 9.1. Resumen de puntos de exposición de receptores humanos

Punto de exposición	Dentro/fuera del sitio	Descripción	Código	Coordenadas UTM		Comentario / asunciones
				Este (m)	Norte (m)	
Zona de caza y de recolección de frutos	Dentro e inmediaciones	Zona de caza y recolección de frutos	RH-1	-	-	De acuerdo a lo referido por los pobladores el sitio y en sus inmediaciones se usa para caza y/o recolección de frutos.
Centros poblados	Dentro	No se observó viviendas dentro del sitio.	-	-	-	-
	Fuera	Vivienda a la altura de la tranquera del Km 2 de la trocha carrozable que conecta la batería Capahuari Norte con Andoas. Corresponde a la comunidad de Titiyacu	RH-02	338566	9693214	No aplica
		Centro poblado Nuevo Porvenir	RH-03	336330	9690197	No aplica.

Punto de exposición	Dentro/fuera del sitio	Descripción	Código	Coordenadas UTM		Comentario / asunciones
				Este (m)	Norte (m)	
Puntos de captación de agua superficial o subterránea para consumo humano	Dentro	No se observó. Puntos de captación ni pozos de agua subterránea.	-	-	-	-
	Fuera	Captación de agua superficial en quebrada	RH-04	338639	9693295	De lo recogido en campo esta zona de la quebrada se usa para lavado de ropa por parte de la población RH-02
	Fuera	Captación de agua subterránea	-	-	-	No se tiene conocimiento de pozos de agua subterránea dentro del sitio y en las inmediaciones. Pero se tiene información de la existencia de pozos en el centro poblado de Nuevo Porvenir los cuales se encuentran a más de 2 km. de distancia.
	Fuera	Punto de captación rio Pastaza - CCNN Nuevo Porvenir	RH-05	336262	9690135	De la SAP de Nuevo Porvenir
Zonas de cultivo, pesca	Dentro	No se observó lugares de cultivo ni pesca dentro del sitio.	-	-	-	Zonas de caza. Informado por el monitor/apoyo local
	Fuera	Zona de pesca	RH-06	336264	9690080	Zona de pesca en el rio Pastaza en los alrededores de la comunidad Nuevo Porvenir.
		Zona de cultivo	RH-07	335794	9691276	De la revisión de información de campo y del análisis en gabinete de imágenes satelitales se advierte áreas de cultivo.

(-): Sin dato

En relación a los receptores ecológicos, el sitio no se emplaza dentro de un área natural protegida y la más cercana se encuentra distante a más de 3 km.

9.1.3. Mecanismos de transporte

En relación a las vías de transporte por las que se movilizarían los contaminantes (fuente secundaria) para llegar a los receptores (humanos y ecológicos), la Metodología para la estimación del nivel de riesgo de sitios impactados considera: i) el escurrimiento del agua superficial, ii) la movilización de contaminantes a través del agua subterránea y iii) la movilización a través de la cadena trófica.

En relación con el escurrimiento superficial se tiene los siguientes considerandos:

- La información de la red hidrográfica oficial disponible, es nula o escasa para la microcuenca PAS-40 en donde se ubica el sitio S0355 y para las zonas aledañas.
- El área donde se ubica el sitio tiene altos índices de precipitación que se corresponden con el clima de selva tropical, por lo que el escurrimiento superficial es un factor importante en el transporte y dispersión de contaminantes.
- Se ha estimado la dirección de la escorrentía superficial de la microcuenca PAS-40, a partir del modelo de elevación digital que se utilizó para la delimitación de las microcuencas. Asimismo, de lo observado en campo se observó que el flujo de la

escorrentía aporta en la quebrada Anapasa, la cual aporta al a quebrada Capahuari y este aporta al rio Pastaza.

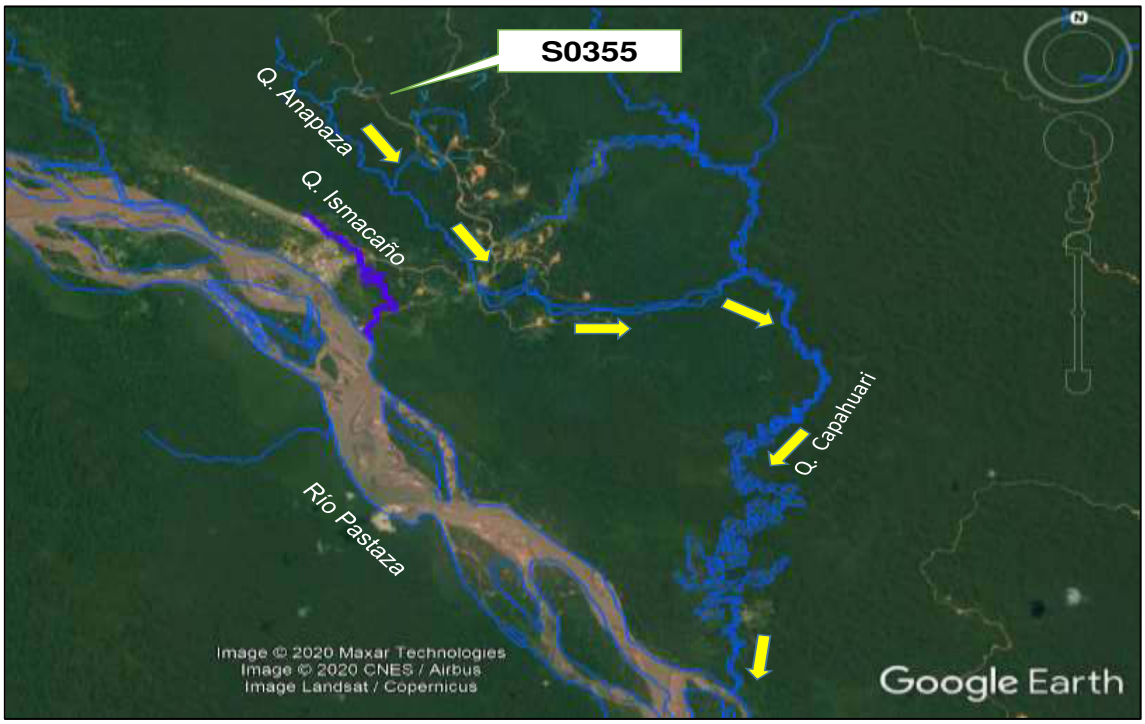


Figura 9.2. Dirección estimada de la escorrentía superficial en la microcuenca PAS-40

En relación a la vía de transporte por agua subterránea se tiene que la información es escasa o nula al respecto para el sector del sitio S0355. No se ha encontrado información secundaria relacionada a la profundidad del nivel freático ni la dirección del flujo para la zona.

En cuanto a la movilización a través de la cadena trófica se tiene que el sitio no es usado por las personas como áreas de cultivo o pesca; sin embargo, los pobladores de comunidad de Nuevo Porvenir que acompañaron a los trabajos de campo, indicaron la posibilidad de uso del sitio como de recolección de frutos o plantas medicinales, y caza en el sitio y alrededores cercanos.

9.1.4. Fuentes primarias potenciales

En el sitio S0355, se ha advertido el desarrollo de actividades económicas tales como la caza y recolección de frutos que desarrollan las comunidades nativas Nuevo Porvenir y de la vivienda de la tranquera del km2 de la trocha carrozable (comunidad Titiyacu), y la explotación de hidrocarburos por parte del administrado del Lote 192.

En relación a las fuentes primarias potenciales del sitio S0355, estas están listadas en la tabla 3.4 del presente documento. Sin embargo, se hace un resumen de los mismos: la plataforma 02 que contiene el pozo CAPS-02C y una línea de tubería que transporta hidrocarburos ubicado a 390 m al oeste del sitio. Asimismo, como fuente primaria está el sitio S0104 (Botadero Km 2) ubicado a 50 metros al este del sitio, donde fueron depositados inadecuadamente residuos por parte de la industria petrolera.

9.1.5. Modelo conceptual preliminar

Con la información recogida para cada uno de los elementos: fuente primaria, fuente secundaria, mecanismos de transporte, punto de exposición y receptores; se ha construido el modelo conceptual preliminar que se muestra en la Figura 9.3.

Del análisis de las rutas de exposición relacionadas al flujo de la escorrentía superficial en el sitio S0355, se tiene que para la mayoría de puntos de exposición de los receptores humanos identificados, se descarta la posibilidad de interacción entre estos y el sitio S0355, toda vez que se encuentran distribuidos espacialmente en ubicaciones cuyo nexo está interrumpido por la presencia de barreras naturales, como colinas (por encontrarse en otra microcuenca), o porque se encuentra aguas arriba de la ubicación de los sitios por lo que las vías de exposición son incompletas.

En relación con las rutas de exposición relacionadas con el transporte a través del agua subterránea la potencial interacción entre el sitio y la ubicación de los pozos más cercanos en los centros poblados identificados, estos se encuentran alejados a más de 2 km de distancia en línea recta y, ubicados incluso, cruzando varias microcuencas. Sin embargo, no se tiene información suficiente para descartar dicha interacción a través del agua subterránea, por lo que queda abierta la posibilidad de esta ruta.

En relación con las rutas de exposición relacionadas con la cadena trófica, se considera probable esta ruta en la medida que se tiene información recogida de los pobladores quien señalan que se hace uso del área de sitio y sus inmediaciones de aprovechamiento de recursos con actividades de caza y recolección de frutos.

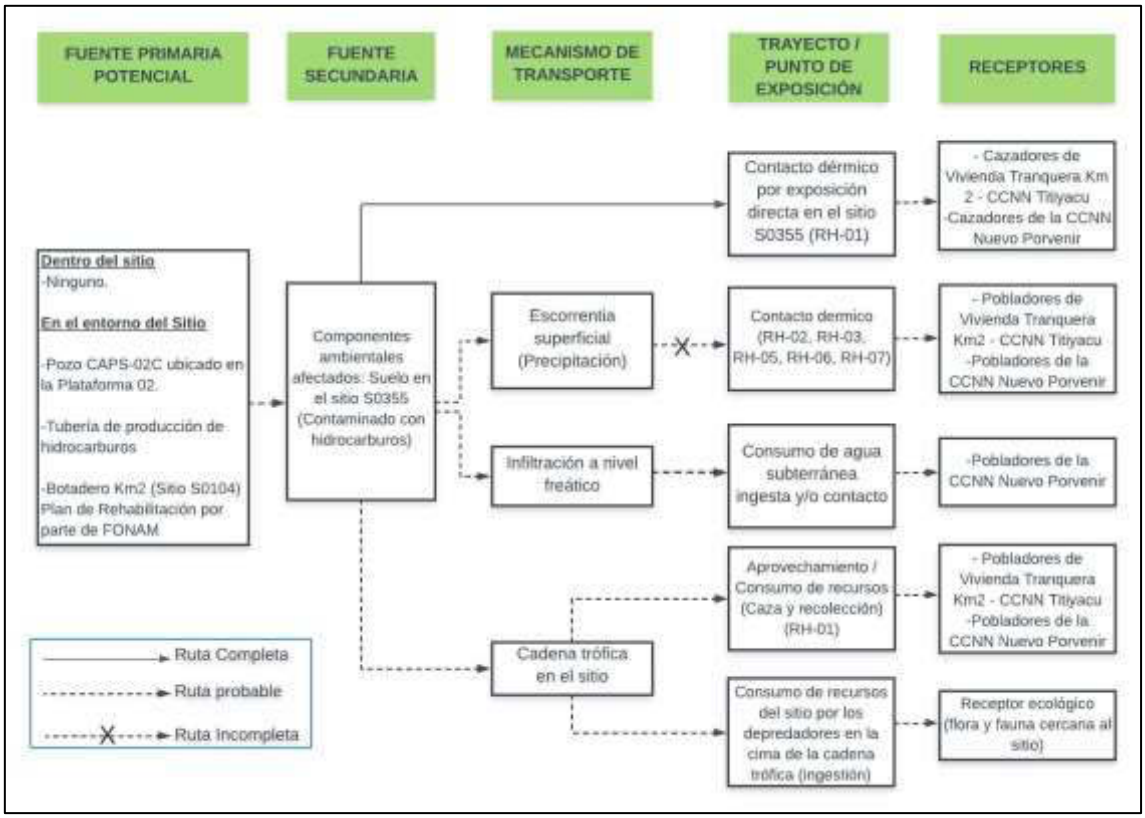


Figura 9.3. Modelo conceptual preliminar de focos y rutas de contaminación del sitio S0355

10. CONCLUSIONES

El sitio con código S0355, constituye un sitio impactado como consecuencia de las actividades de actividades de hidrocarburos, debido a que el resultado obtenido en la evaluación ambiental determina lo siguiente:

(i) De la evaluación del componente suelo, se tiene que 2 de los 4 puntos de muestreo (en el cual se recolectaron 5 muestras) considerados en el área evaluada de 246 m^2 (0,025 ha del sitio S0355, registran valores que superan los Estándares de Calidad Ambiental para suelo, uso agrícola (Decreto Supremo N.° 011-2017-MINAM) para los parámetros fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y fracción hidrocarburos F3 (>C28-C40); en ese sentido, se considera un área impactada de 141 m^2 (0,014 ha).

(ii) Las fuentes potenciales de contaminación identificadas corresponden al pozo petrolero CAPS-02C (Plataforma 02), así como el Sitio S0104 (Botadero Km 2), ubicados en el entorno del sitio S0355. Los focos de contaminación son: a) en el sitio, las áreas donde se registran parámetros con valores que exceden los ECA para Suelo, uso agrícola, y b) en el entorno del sitio, se considera al suelo contaminado del Sitio S0104 (Botadero Km 2), sitio priorizado y gestionado por el Profonanpe.

(iii) La estimación de nivel de riesgo dio como resultado: No aplica para el nivel de riesgo físico (NRFfísico); MEDIO para el nivel de riesgo asociado a sustancias para la salud de las personas (NRSsalud) y MEDIO para el nivel de riesgo asociado a sustancias para el ambiente (NRSambiente).

11. RECOMEDACIONES

En función a los resultados obtenidos se recomienda considerar para el muestreo de caracterización del sitio lo siguiente:

(i) Realizar un mayor esfuerzo de muestreo en la etapa de caracterización, tomando en consideración el área del modelamiento, que advierte presencia del contaminante en una mayor área respecto al área impactada (141 m^2), donde probablemente se supere los valores establecidos en el ECA para suelo, es decir, una mayor extensión de la contaminación por hidrocarburos, esto debido a la pendiente del sitio y la escorrentía superficial, desde la parte más alta hacia la más baja al noroeste.

(ii) Profundizar el muestreo de suelo en el sitio S0355, toda vez que se advierte presencia de parámetros que exceden los ECA para suelo a diferentes profundidades (entre 0,80 y 1,10 m).

12. ANEXOS

Anexo A	:	Mapas
Anexo A.1	:	Mapa de ubicación del sitio impactado con código S0355
Anexo A.2	:	Mapa de ubicación de puntos de muestreo con excedencias de los ECA para suelo en el sitio S0355
Anexo B	:	Información documental vinculada al sitio S0355
Anexo B.1	:	Ficha de reconocimiento de sitio N.º 0007-2020-SSIM
Anexo B.2	:	Informe N.° 00051-2020-OEFA/DEAM-SSIM

Anexo C	:	Plan de Rehabilitación del Sitio Impactado S0104 (Botadero Km 2)
Anexo D	:	Carta N.° 00086-2020-OEFA/DEAM
Anexo E	:	Actas de reunión
Anexo F	:	Reporte de campo del sitio S0355
Anexo G		Reporte de resultados de la evaluación ambiental del sitio S0355
Anexo H	:	Ficha para la estimación del nivel de riesgo del sitio S0355
Anexo I	:	Ficha de evaluación de la estimación del nivel de riesgo del sitio S0355
Anexo J	:	Registro fotográfico

ANEXOS

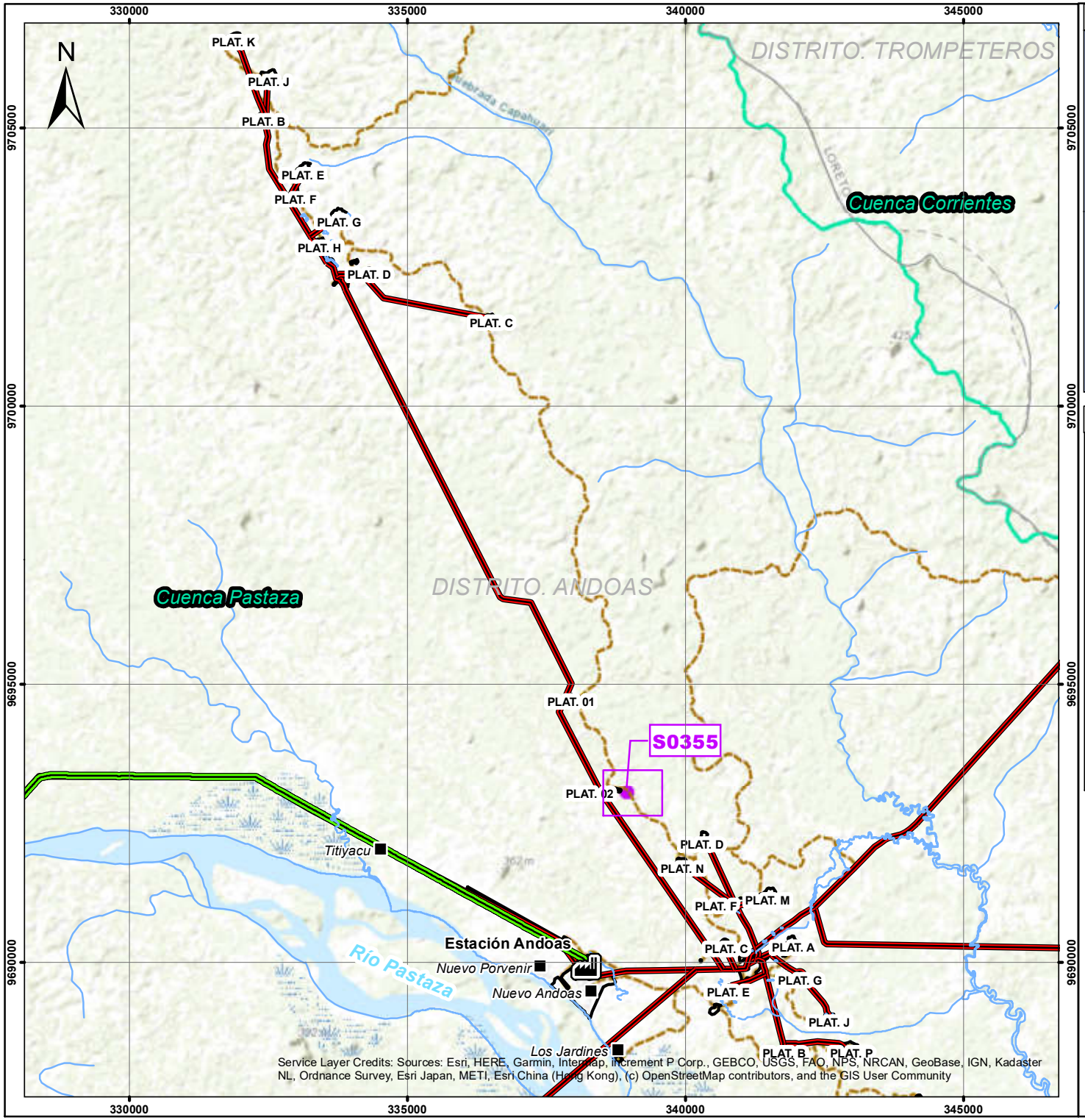
EVALUACIÓN AMBIENTAL PARA LA IDENTIFICACIÓN DEL SITIO IMPACTADO POR ACTIVIDADES DE HIDROCARBUROS CON CÓDIGO S0355, UBICADO EN EL LOTE 192, MICROCUENCA PAS-40, EN EL ÁMBITO DE LA CUENCA DEL RÍO PASTAZA, DISTRITO ANDOAS, PROVINCIA DATEM DEL MARAÑÓN, DEPARTAMENTO LORETO

ANEXO A

Mapas

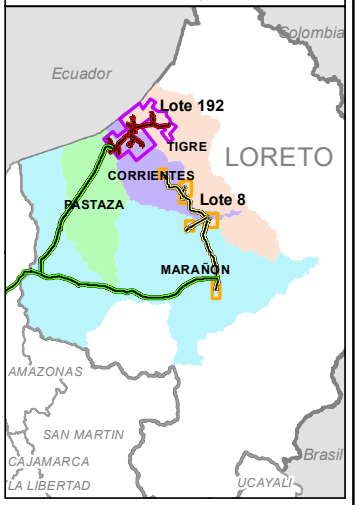
ANEXO A.1

Mapa de ubicación del sitio impactado con código S0355



Ubicación Departamental

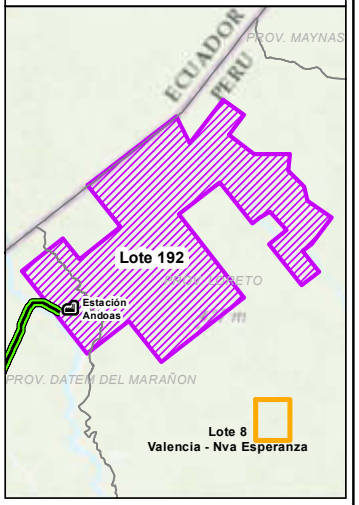
Alcance de la Ley N° 30321



LEYENDA

- Centros Poblados
- Estación Andoas
- Ríos y Quebradas
- Oleoducto Nor Peruano
- Ductos - Lote 192
- Caminos - Acceso
- Aguajales
- Límite Distrital
- Área Evaluada
- Límite de Cuencas
- Plataformas e Instalaciones

Ubicación en el Lote 192



PERÚ | Ministerio del Ambiente | Organismo de Evaluación y Fiscalizacion Ambiental

Departamento Loreto - Provincia Dátem del Marañón - Distrito Andoas

EVALUACIÓN AMBIENTAL PARA LA IDENTIFICACIÓN DEL SITIO IMPACTADO

MAPA DE UBICACIÓN DEL SITIO IMPACTADO CON CÓDIGO S0355

0 1,050 2,100 4,200 6,300 Metros

Escala : 1/100 000

Datum Horizontal WGS84
Proyección Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas - UTM - Zona 18 Sur

Elaborado: **CSIG OEFA**

Fecha: Diciembre 2020

Fuente: Cartas Nacionales, escala 1:100 000 - IGN, INEI, ESRI, Subdirección de Sitios Impactados de la Dirección de Evaluación Ambiental - OEFA

ANEXO A.2

Mapa de puntos de muestreo con excedencias de los ECA para suelo en el sitio S0355

MAPA DE UBICACION

PARÁMETROS

F2 (>C10-C28)

F3 (>C28-C40)

Leyenda

- Muestras que Excedan el ECA
- Muestras que No Excedan el ECA
- Área Evaluada

PERÚ | Ministerio del Ambiente | Organismo de Evaluación y Fiscalizacion Ambiental

Departamento Loreto - Provincia Dátem del Marañón - Distrito Andoas

EVALUACIÓN AMBIENTAL PARA LA IDENTIFICACIÓN DEL SITIO IMPACTADO

MAPA DE PUNTOS DE MUESTREO CON EXCEDENCIAS DEL ECA PARA SUELO EN EL SITIO CON CÓDIGO S0355

0 3.75 7.5 15 22.5 30 Metros

Escala : 1/400

Datum Horizontal WGS84
Proyección Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas - UTM - Zona 18 Sur

Elaborado: **CSIG OEFA**

Fecha: Diciembrew 2020

Fuente:
Cartas Nacionales, escala 1:100 000 - IGN; Centros Poblados - INEI, Subdirección de Sitios Impactados de la Dirección de Evaluación Ambiental - OEFA

ANEXO B

Información documental vinculada al sitio S0355

ANEXO B.1

Ficha de reconocimiento de sitio N.º 0007-2020-SSIM

Oefa	FICHA DE RECONOCIMIENTO DE SITIO	N° 0007-2020-SSIM CUE: 2020-05-059 Cód. Acción: 0001-3-2020-415

1 DATOS GENERALES DEL SITIO

1.1 Código de identificación

Sitio : S0355

1.2 Fecha de reconocimiento en campo:

Inicio: 01-03-2020 Fin: 01-03-2020

1.3 UBICACIÓN DEL SITIO

Distrito: Andoas **Provincia:** Datem del Marañón **Departamento:** Loreto **Cuenca:** Pastaza **Lote:** 192

Comunidad: Nuevo Porvenir **Área:** 0,0246 ha.

1.4 Accesibilidad

Para acceder al sitio S0355 se parte desde la comunidad nativa Nuevo Andoas vía terrestre del sistema trochas carrózales de la petrolera por un lapso de 40 minutos, seguidamente se realiza una caminata de 25 m al suroeste de la trocha carrozable Capahuari Norte, por un bosque primario hasta acceder a la referencia proporcionada por la comunidad y realizar el trabajo de reconocimiento.

1.5 Descripción del sitio

El sitio S0355 se encuentra en el territorio de la comunidad nativa Nuevo Porvenir, a 3,6 km en línea recta al noreste de la comunidad, está compuesto por un bosque primario con predominancia de especies arbóreas y herbáceas. El suelo predominantemente es arcilloso-limoso, se observa una modificación de la zona producto de una excavación (posible zona de poza de lodos de perforación), donde se evidencia presencia de vegetación herbácea y hojarascas con agua acumulada producto de las lluvias, también se aprecia iridiscencia al momento de remover el fondo del suelo inundable por diferentes puntos del sitio. El área del posible sitio impactado es de 0,0246 ha (246 m^2), comprende el área del suelo.

2 DESCRIPCIÓN DEL POTENCIAL SITIO IMPACTADO (FUENTE SECUNDARIA[1])

2.1 ANTECEDENTES DEL POSIBLE SITIO IMPACTADO

N°	Referencia	Tipo (Comunidad, administrado, otros)	Descripción (Presencia de hidrocarburos, RRSS, etc.)	Validada en campo (Sí o No)	Detalle (fuente carta)
1	R003871	Pedido de comunidad	Sitio de una excavación (posible zona de pozas de lodos de perforación (E: 338933 N: 9693055 del sistema WGS84-UTM)	Si	Sitio declarado en campo por la comunidad

2.2 AFECTACIÓN DE COMPONENTES AMBIENTALES POR COMPUESTOS QUÍMICOS - FUENTE SECUNDARIA

2.2.1 Se advirtió afectación por presencia de hidrocarburos actualizar numeración

2.2.1.1. En Suelo:

- Sin indicios organolépticos	_
- Alteración de color	_
- Olor a hidrocarburos	x
- Iridiscencia en el agua libre	x
- Fase libre	_

2.2.1.2 En Sedimentos:

- Sin indicios organolépticos	x
- Iridiscencia en sedimento	-
- Olor a hidrocarburos	-
- Fase libre	_

2.2.1.3 En Agua superficial:

- Sin indicios organolépticos	x
- Iridiscencia en superficie	_
- Fase libre sobrenadante	_

2.2.1.4 En componente Biológico

- Sin indicios organolépticos	x
- Presencia de hidrocarburos en los organismos acuáticos	_
- Presencia de hidrocarburos en los organismos terrestres	_
- Presencia de hidrocarburos en la vegetación	_

[1] Ítem 4.9, de Criterios para la Gestión de Sitios Contaminados aprobado mediante Decreto Supremo N° 012-2017-MINAM
4.9 Foco de contaminación.- Este término se denomina también "fuente secundaria de contaminación" o "hotspot", y comprende los componentes ambientales afectados por las fuentes primarias de contaminación, que se caracterizan por presentar altas concentraciones de contaminantes y ser potenciales generadores de contaminación en otros componentes ambientales.

2.2.2 Se advierte potencial afectación por presencia de metales

2.2.2.1 En suelo

- Por presencia de residuos peligrosos dispersos como batería (plomo) u otro	–
- Por presencia de lodos de perforación	x
- Por presencia de sacos de químicos	–
- Por presunto escurrimiento de aguas de producción/formación	–

2.2.2.2 En sedimentos

- Por presencia de residuos peligrosos dispersos como batería (plomo) u otro	–
- Por presencia de lodos de perforación	–
- Por presencia de sacos de químicos	–

Otro tipo de afectación por sustancias (*ejemplo aguas de producción***)**: No se reportó

2.2.3 Afectación de componentes ambientales por instalaciones mal abandonados o residuos
No se advirtió durante el reconocimiento *in situ*.

2.2.3.1 Del suelo:

- Se advierten residuos sólidos sin disposición final adecuada	--
- Instalaciones petroleras en desuso	–
- Tanques de almacenamiento	–

2.2.4 Otros: Ninguno.

2.3 OBSERVACIONES ORGANOLÉPTICAS (*Hincados y reportes de la población*):

2.3.1 Resultado de hincados (Listar los hincados con sus resultados)

Ítem N°	Este (m)	Norte (m)	Altura (m s.n.m.)	Componente ambiental (Suelo, sedimente, agua)	olor	Color	Fase libre	Residuos	Otros	Observaciones vistas en campo
1	338933	9693055	235	Suelo	Si	Si	No	No	Si	Hincado 1, Presencia de iridiscencia al momento de remover el fondo del suelo inundable. Profundidad del hincado: 1 m. Ver fotografía 3.
2	338950	9693055	235	Suelo	Si	Si	No	No	Si	Hincado 2, Presencia de iridiscencia al momento de remover el fondo del suelo inundable. Profundidad del hincado: 1 m. Ver fotografía 4.

2.3.2 Eventos impactantes reportados (derrames, incendios u otros) (información de campo y/o gabinete de ser el caso)

Evento	En que componente (agua, suelo, …)	Descripción
Derrame (Revisar KMZ de emergencias ambientales)	-	No existe referencias al respecto
Drenaje de aguas de producción	-	No existe referencias al respecto
Otros:_____	-	---

2.3.3 Información advertida por los pobladores

Refieren que el entorno del sitio es o fue una zona de pesca	No se realiza pesca en el sitio ni en su entorno
Refieren que el entorno del sitio es o fue una zona de caza	Si es una zona de caza
Refieren que el entorno del sitio es o fue una zona de recolección	Si se realiza recolección

Refieren que disminuyó el tamaño o cantidad de pesca	-
Refieren que disminuyó el tamaño o cantidad de caza	-
Refieren que disminuyó el tamaño o cantidad de recolección	-

Especies (nombres comunes) de peces animales de caza y plantas de consumo:

El sitio no refiere ser una zona de caza ni de recolección, sin embargo, según el monitor ambiental en los alrededores del sitio S0355 se realizan las actividades de caza (mono, sajino, venado, majaz, sachavaca, aves, etc.); así como recolección de frutos.

Otros:

Datos de personas que proporcionaron información: Nombre:

- Monitor: Elmer Hualinga Majín
- Apoyo local: Roldan Guevara Torres

3 INFORMACIÓN PRELIMINAR DE FUENTES PRIMARIAS[2] POTENCIALES

3.1 Descripción de instalaciones evidenciadas en el sitio y/o entorno

Item	Instalación (pozo, batería, oleoductos, etc)	Nombre / identificación por parte del operador	Estado de operación (consultado con el operador)	Producto que contiene o transporta	Coordenadas Punto A Este (m)	Coordenadas Punto A Norte (m)	Coordenadas Punto B Este (m)	Coordenadas Punto B Norte (m)	Observación
1	Pozo	Pozo CAPS-02C	Productor inactivo	-	338779	9693108	-	-	- Según Perupetro (Carta GGRL-SUPC-GFST-0847-2017,) el Pozo CAPS-02C se encuentra en estado productor inactivo. - Pozo inactivo ubicado 161 m al noroeste del área del sitio S0355.
2	Plataforma	Plataforma del Pozo CAPS-02C	Inactivo	-	338779	9693108	-	-	-Plataforma deteriorada a 95 m al noroeste del área del sitio S0355.

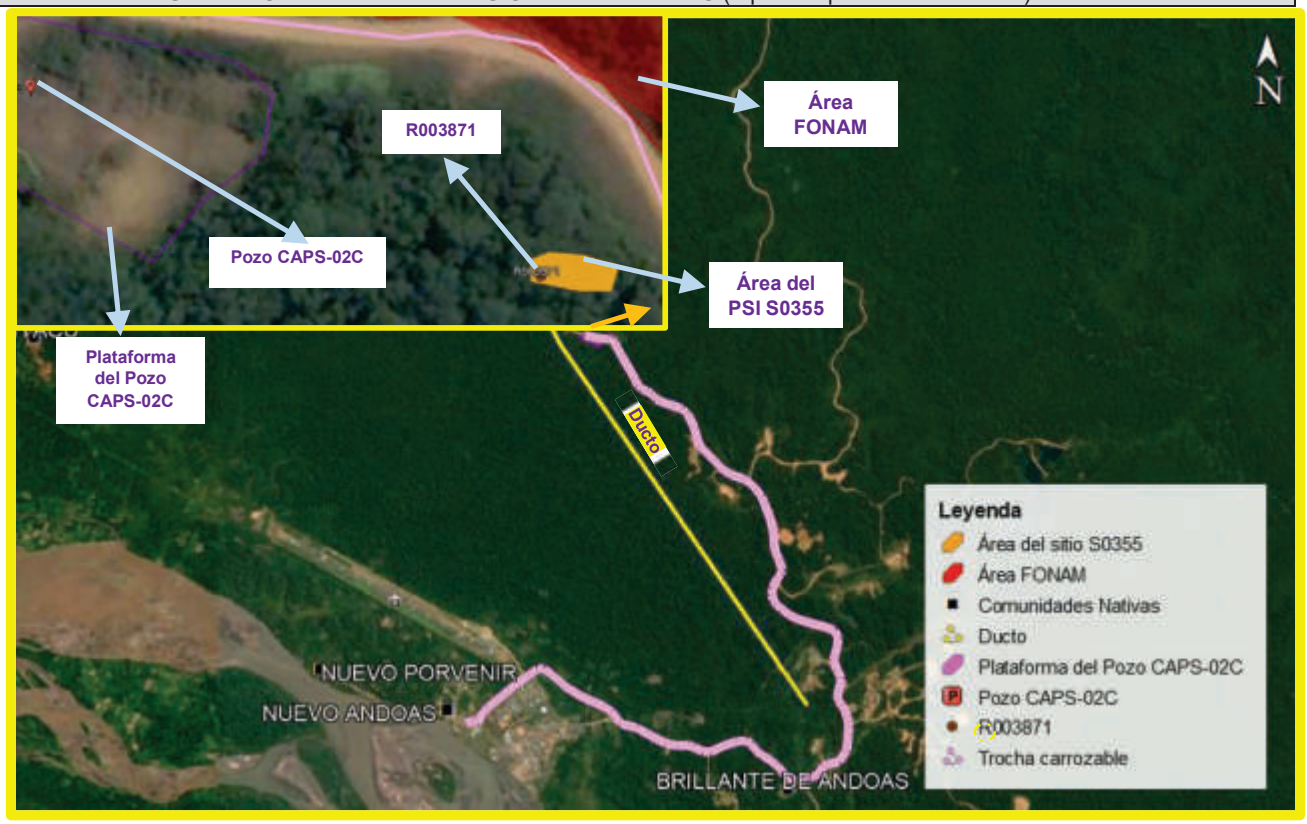
Tipos de instalaciones: Pozo, Batería, cañerías o tuberías, lugar de disposición de residuos reconocido en IGA, otros.

3.2 POSIBLE FUENTE PRIMARIA:

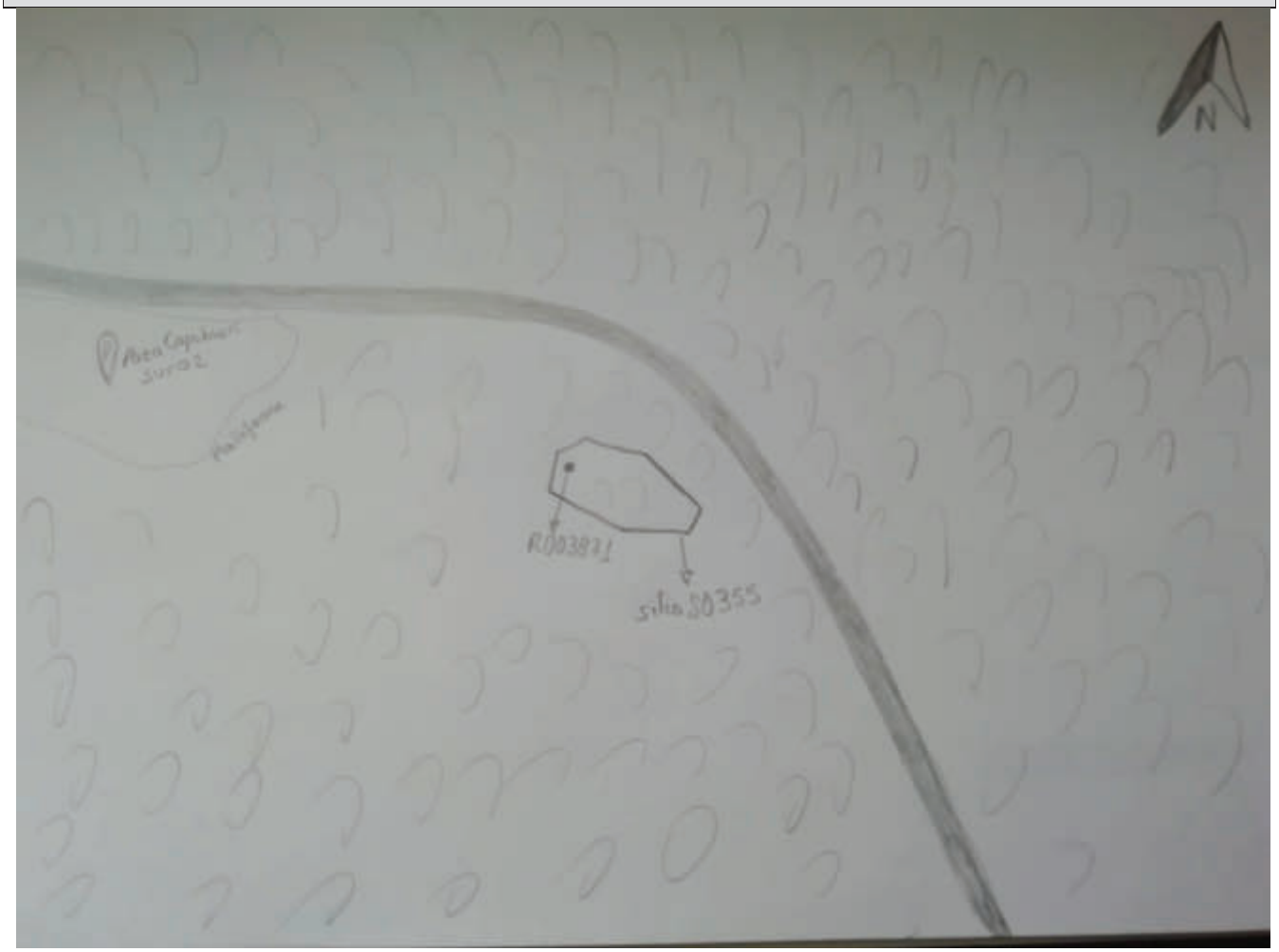
Durante las actividades de reconocimiento se presume que la posible fuente primaria para el sitio correspondiente a la presente ficha es el sitio S0104 (botadero Km 2) que se encuentra con plan de rehabilitación por parte del Fondo Nacional del Ambiente (FONAM), ubicado a 40 m al noreste del área del sitio evaluado.

[2] Ítem 4.10, de Criterios para la Gestión de Sitios Contaminados aprobado mediante Decreto Supremo N° 012-2017-MINAM
Fuente de contaminación.- Este término se denomina también "fuente primaria de contaminación", y comprende cualquier componente, instalación o proceso de actividades antrópicas, que puede liberar contaminantes al medio ambiente.

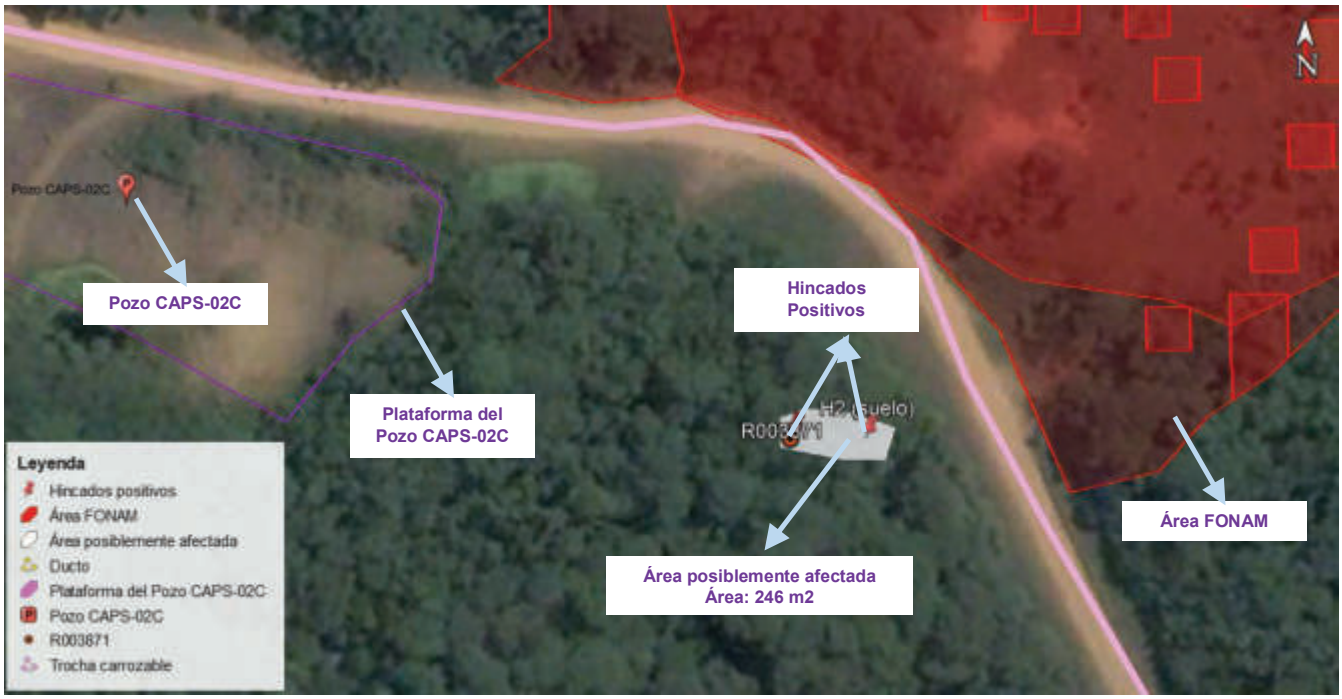
4 **MAPA DE UBICACIÓN DE REFERENCIAS O ANTECEDENTES** (aquellos q tienen información)



5 CROQUIS DEL SITIO



6 UBICACIÓN DE HINCADOS



7 PARÁMETROS Y CANTIDAD DE MUESTRAS A ANALIZAR

7.1 Suelo (de acuerdo a la Guía para Muestreo de Suelos - ítem 5.2.1 Para el Muestreo de Identificación)
El área a evaluar: 0,0246 ha.

Puntos de muestreo		4
Muestras	Primer nivel: 100% de total de puntos de muestreo.	4
	Segundo nivel: 25% del total de puntos de muestreo por cada sitio	1
Muestras control	Fuera del área del sitio	2
Muestras Duplicado	10% del total de muestras	1

N.°	Matriz	Parámetros	Cantidad	Observaciones
1	Suelo	Fracción de hidrocarburos F1 (C6-C10)	3	Para el 10 % de muestras (1) Para el 10 % de muestras control (1) Para el 10 % de muestras duplicado (1)
2		Fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28)	8	Para el 100 % de muestras (5) Para el 100 % de muestras control (2) Para el 100 % de muestras duplicado (1)
3		Fracción de Hidrocarburos F3 (>C28-C40)	8	Para el 100 % de muestras (5) Para el 100 % de muestras control (2) Para el 100 % de muestras duplicado (1)
4		Metales totales (As, Cd, Ba, Hg, Pb)	8	Para el 100 % de muestras (5) Para el 100 % de muestras control (2) Para el 100 % de muestras duplicado (1)
5		Cromo hexavalente	8	Para el 100 % de muestras (5) Para el 100 % de muestras control (2) Para el 100 % de muestras duplicado (1)
6		Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPs)	3	Para el 10 % de muestras (1) Para el 10 % de muestras control (1) Para el 10 % de muestras duplicado (1)
7		BTEX	3	Para el 10 % de muestras (1) Para el 10 % de muestras control (1) Para el 10 % de muestras duplicado (1)

N.°	Matriz	Parámetros	Cantidad	Observaciones
8		Cloruros	3	Para el 10 % de muestras (1) Para el 10 % de muestras control (1) Para el 10 % de muestras duplicado (1)

8 COMENTARIOS ADICIONALES

- El sitio S0355 presenta una modificación de la zona producto de una excavación (posible zona de poza de lodos de perforación), donde se evidencia presencia de vegetación herbácea y hojarascas con agua acumulada producto de las lluvias, también se aprecia iridiscencia al momento de remover el fondo del suelo inundable por diferentes puntos del sitio.
- A 385 m al noroeste del sitio (en línea recta) se encuentra la tranquera de control de la comunidad nativa Titiyacu, en la cual se encuentra una vivienda donde habitan un máximo de 20 personas aproximadamente.
- Se recomienda usar la presente ficha como insumo técnico del plan de evaluación ambiental del sitio S0355.

Este documento fue elaborado por:

N°.	Nombre y apellidos	Profesión	Actividad desarrollada
1	Luis Jonathan Castro Mandamiento	Bachiller en Ingeniería ambiental	Campo y gabinete
2	Aldo Cabrera Berrocal	Biólogo	Campo

9 FECHA DE APROBACIÓN: 8 de mayo de 2020

FIRMA DIGITAL
Firmado digitalmente por: LEON ANTUNEZ Milena Jenny FIR 31667148 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 08/05/2020 22:18:39-0500

FIRMA DIGITAL
Firmado digitalmente por: TUPAYACHI TRUJILLO Raul FIR 23977402 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 08/05/2020 22:34:30-0500

FIRMA DIGITAL
Firmado digitalmente por: CASTRO MANDAMIENTO Luis Jonathan FIR 43103170 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 08/05/2020 22:40:06-0500

FIRMA DIGITAL
Firmado digitalmente por: ENEQUE PUICON Armando Martin FAU 20521286769 hard
Motivo: Doy V° B°
Fecha: 08/05/2020 23:26:01-0500

10 REGISTRO FOTOGRÁFICO

Fotografía 1 **R003871**	
Fecha: 01/03/2020	
Hora: 10:16	
Coordenadas **UTM -WGS 84 – ZONA 18M**	
Este (m): 338933	
Norte (m): 9693055	
Altitud (m s. n. m.): 235	
Precisión: ± 3 m	
Descripción:	Vista panorámica del sitio impactado S0355, en el cual se observa vegetación herbácea dentro de la excavación antigua.

Fotografía 2 **R003871**	
Fecha: 01/03/2020 **Hora:** 10:15	
Coordenadas **UTM -WGS 84 – ZONA 18M**	
Este (m): 338933	
Norte (m): 9693055	
Altitud (m s. n. m.): 235	
Precisión: ± 3 m	
Descripción:	Ubicación de las coordenadas del punto de referencia R003871.

Fotografía 3 **Hincado 1**	
Fecha: 01/03/2020	
Hora: 10:06	
Coordenadas **UTM -WGS 84 – ZONA 18M**	
Este (m): 338933	
Norte (m): 9693055	
Altitud (m s. n. m.): 235	
Precisión: ± 3 m	
Descripción:	Hincado 1 en el suelo inundable donde se aprecia agua acumulada producto de las lluvias, se evidencia afectación a nivel organoléptico por presencia de hidrocarburos e iridiscencia luego de remover el fondo de la excavación del suelo.

Fotografía 4 **Hincado 2**	
Fecha: 01/03/2020	
Hora: 10:23	
Coordenadas **UTM -WGS 84 – ZONA 18M**	
Este (m): 338950	
Norte (m): 9693055	
Altitud (m s. n. m.): 235	
Precisión: ± 3 m	
Descripción:	Hincado 2 en el suelo inundable donde se aprecia agua acumulada producto de las lluvias, se evidencia afectación a nivel organoléptico por presencia de hidrocarburos e iridiscencia luego de remover el fondo de la excavación del suelo.

ANEXO B.2

Informe N.° 00051-2020-OEFA/DEAM-SSIM

2020-I01-021798

INFORME N° 00051-2020-OEFA/DEAM-SSIM

A : **FRANCISCO GARCÍA ARAGÓN**
Director de Evaluación Ambiental

DE : **ARMANDO MARTÍN ENEQUE PUICÓN**
Ejecutivo de la Subdirección de Sitios Impactados

MILENA JENNY LEÓN ANTÚNEZ
Coordinadora de Sitios Impactados

MARCO ANTONIO PADILLA SANTOYO
Especiallista de Sitios Impactados

ASUNTO : Plan de evaluación ambiental de la microcuenca PAS-40, en el ámbito de la cuenca del río Pastaza, distrito Andoas, provincia Datem del Marañón y departamento Loreto, en el 2020

CUE : 2018-05-008, 2018-05-028, 2020-05-038, 2020-05-032, 2020-05-033, 2020-05-035, 2020-05-036, 2020-05-058, 2020-05-059, 2020-05-037, 2020-05-034

REFERENCIA :
a) Informe N.° 00082-2018-OEFA/DEAM-SSIM
b) Informe N.° 00152-2019-OEFA/DEAM-SSIM
c) Ficha de reconocimiento de sitio N.º 0011-2020-SSIM
d) Ficha de reconocimiento de sitio N.º 0006-2020-SSIM
e) Ficha de reconocimiento de sitio N.° 0005-2020-SSIM
f) Ficha de reconocimiento de sitio N.° 0024-2020-SSIM
g) Ficha de reconocimiento de sitio N.° 0008-2020-SSIM
h) Ficha de reconocimiento de sitio N.° 0019-2020-SSIM
i) Ficha de reconocimiento de sitio N.° 0007-2020-SSIM
j) Ficha de reconocimiento de sitio N.° 0162-2020-SSIM
k) Ficha de reconocimiento de sitio N.° 0050-2020-SSIM

FECHA : Lima, 30 de julio de 2020

Tenemos el agrado de dirigirnos a usted para saludarlo cordialmente y, con relación al asunto de la referencia, informar lo siguiente:

1. INFORMACIÓN GENERAL

Tabla 1.1. Detalles de la evaluación ambiental

a.	Tipo de evaluación	Evaluación ambiental por normativa especial			
b.	Zona evaluada	Microcuenca PAS-40 ubicada en el ámbito de la cuenca del río Pastaza.			
c.	Unidades fiscalizables en la zona o actividades económicas en la zona	Energía - Hidrocarburos			
d.	Problemática identificada	Áreas posiblemente impactadas por actividades de hidrocarburos			
e.	¿Se realizó en el marco de un espacio de diálogo?	Sí		No	X
f.	¿Se realizó en el marco del monitoreo ambiental participativo?[1]	Sí		No	X

[1]: Resolución del Consejo Directivo N.° 032-2014-OEFA/CD y Resolución del Consejo Directivo N.° 03-2016-OEFA/CD: Reglamento y modificatoria de Participación Ciudadana para las acciones de monitoreo ambiental

Tabla 1.2. Profesionales que aportaron a este documento

N.°	Nombres y apellidos	Profesión	Actividad desarrollada
1	Armando Martin Eneque Puicón	Biólogo	Gabinete
2	Milena Jenny León Antúnez	Ingeniero ambiental	Gabinete
3	Marco Antonio Padilla Santoyo	Ingeniero ambiental y de recursos naturales	Gabinete
4	Raul Tupayachi Trujilo	Biólogo	Gabinete
5	Diana Pierina Carreño Resyes	Bióloga	Gabinete

2. OBJETIVO

Identificar los sitios impactados por actividades de hidrocarburos ubicados en la microcuenca PAS-40, en el ámbito de la cuenca del río Pastaza, en el marco de la Ley N.° 30321[1] y su Reglamento.

3. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

El análisis se encuentra desarrollado en el anexo referido al plan de evaluación ambiental de la microcuenca PAS-40, ubicado en la cuenca del río Pastaza, en el Lote 192, en el distrito Andoas, provincia Datem del Marañón y departamento Loreto, se encuentra desarrollado en el anexo que se adjunta y forma parte del presente informe.

4. CONCLUSIÓN

En vista que el plan de evaluación ambiental de la microcuenca PAS-40, en el ámbito de la cuenca del río Pastaza, distrito Andoas, provincia Datem del Marañón y departamento Loreto; cuenta con el sustento técnico requerido, se aprueba.

Atentamente:

Firmado digitalmente por: ENEQUE PUICON Armando Martin FAU 20521286769 soft
Cargo: Ejecutivo de la Subdirección de Sitios Impactados
Lugar: Sede Central - Lima\Lima\Jesus Maria
Motivo: Soy el autor del documento

Firmado digitalmente por: LEON ANTUNEZ Milena Jenny FAU 20521286769 soft
Cargo: Coordinadora de Sitios Impactados
Lugar: Sede Central - Lima\Lima\Jesus Maria
Motivo: Soy el autor del documento

Firmado digitalmente por: PADILLA SANTOYO Marco Antonio FAU 20521286769 soft
Cargo: Especialista de Sitios Impactados - Profesional I
Lugar: Sede Central - Lima\Lima\Jesus Maria
Motivo: Soy el autor del documento

[1] Publicada el 7 de mayo de 2015, en el diario oficial «El Peruano».

"Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por el OEFA, aplicando los dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. Nº 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: https://sistemas.oefa.gob.pe/verifica e ingresando la siguiente clave: 08547818"

08547818

PLAN DE EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LA MICROCUENCA PAS-40, EN EL ÁMBITO DE LA CUENCA DEL RÍO PASTAZA, DISTRITO ANDOAS, PROVINCIA DATEM DEL MARAÑÓN Y DEPARTAMENTO LORETO, EN EL 2020

SUBDIRECCIÓN DE SITIOS IMPACTADOS

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN AMBIENTAL

2020

Profesionales que aportaron a este documento:

ÍNDICE DEL CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 1
2. MARCO LEGAL 1
3. ANTECEDENTES 2
3.1 Actividades extractivas identificadas en la microcuenca PAS-40 5
3.2 Referencias ubicadas en la microcuenca PAS-40 5
3.3 Información y acciones de otras instituciones 8
3.4 Acciones realizadas por el OEFA en la microcuenca PAS-40 8
3.4.1 Información en el marco del proceso para la identificación de sitio impactado por actividades de hidrocarburos (Directiva) 8
3.4.2 Otra información vinculada 10
4. OBJETIVOS 11
4.1 Objetivo general 11
4.2 Objetivos específicos 11
5. ÁREA DE ESTUDIO 11
6. MODELO CONCEPTUAL PRELIMINAR 21
6.1 Fuentes secundaria 21
6.2 Receptores y puntos de exposición 23
6.3 Mecanismos de transporte 24
6.4 Fuentes primarias potenciales 25
6.5 Modelo conceptual preliminar 26
7. METODOLOGÍA 26
7.1 Objetivo específico 1. Evaluar la presencia de contaminantes en los componentes ambientales: suelo, agua superficial y sedimento ubicados en los sitios y la microcuenca PAS-40, cuenca del río Pastaza 27
7.1.1 Suelo 27
7.1.2 Agua superficial 32
7.1.3 Sedimento 34
7.2 Objetivo específico 2. Evaluar las comunidades hidrobiológicas (macrobentos y peces) en el sitio y la microcuenca PAS-40, cuenca del río Pastaza 37
7.2.1 Guía de muestreo 37
7.2.2 Puntos de muestreo 37
7.2.3 Parámetros a evaluar 38
7.2.4 Esfuerzo de muestreo 39
7.2.5 Criterios de evaluación 39
7.3 Objetivo específico 3. Establecer las fuentes primarias o secundarias de los sitios de la microcuenca PAS-40, cuenca del río Pastaza 39
7.3.1 Fuentes primarias o secundarias 40
7.4 Objetivo específico 4. Estimar el nivel de riesgo a la salud y al ambiente que representan los sitios de la microcuenca PAS-40, cuenca del río Pastaza 40
8. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES 41
9. ANEXOS 42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1. Referencias ubicadas en el ámbito de la microcuenca PAS-40 5
Tabla 3.2. Sitios y referencias atendidas por la SSIM.....9
Tabla 3.3. Sitios contaminados en la microcuenca PAS-40.....10
Tabla 6.1. Sitios y los componentes ambientales presuntamente afectados por la actividad petrolera.....22
Tabla 6.2. Resumen de puntos de exposición de receptores humanos 23
Tabla 7.1. Componentes ambientales a evaluar por sitio 27
Tabla 7.2. Guías técnicas de referencia para el muestreo de suelo.....27
Tabla 7.3. Ubicación de los puntos de muestreo para suelo 28
Tabla 7.4. Cantidad de muestras de suelo.....30
Tabla 7.5. Parámetros y cantidad de muestras de suelos 31
Tabla 7.6. Protocolo de muestreo para el componente agua superficial.....32
Tabla 7.7. Ubicación de los puntos de muestreo de agua superficial.....33
Tabla 7.8. Ubicación de los puntos de muestreo en quebradas de la microcuenca PAS-40 33
Tabla 7.9. Cantidad de muestras de agua superficial 33
Tabla 7.10. Parámetros y cantidad de muestras de agua superficial 34
Tabla 7.11. Guías técnicas de referencia para el muestreo del componente sedimento....35
Tabla 7.12. Ubicación de los puntos de muestreo de sedimento 35
Tabla 7.13. Ubicación de los puntos de muestreo en quebradas de la microcuenca PAS-40 36
Tabla 7.14. Cantidad de muestras de sedimentos.....36
Tabla 7.15. Parámetros y cantidad de muestras para sedimento.....36
Tabla 7.16. Guía de referencia para el muestreo para las comunidades hidrobiológicas...37
Tabla 7.17. Ubicación de los puntos de muestreo de comunidades hidrobiológicas 38
Tabla 7.18. Ubicación de punto de muestreo de comunidades hidrobiológicas en quebradas de la microcuenca PAS-40.....38
Tabla 7.19. Parámetros y cantidad de muestras para las comunidades hidrobiológicas....38
Tabla 7.20. Esfuerzo de muestreo para la colecta de comunidades hidrobiológicas.....39
Tabla 8.1. Cronograma de actividades.....41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1. Ubicación de la microcuenca PAS-40.....3
Figura 5.1. Ubicación de los sitios en la microcuenca PAS-40 12
Figura 5.2. Ubicación del sitio S0386.....13
Figura 5.3. Ubicación del sitio S0387.....14
Figura 5.4. Ubicación del sitio S0388.....15
Figura 5.5. Ubicación del sitio S0354.....16
Figura 5.6. Ubicación del sitio S0442.....17
Figura 5.7. Ubicación del sitio S0441.....18
Figura 5.8. Ubicación del sitio S0355.....19
Figura 5.9. Ubicación del sitio S0443.....20
Figura 5.10. Ubicación del sitio S0444.....21
Figura 6.1. Dirección estimada de la escorrentía superficial en la microcuenca PAS-40...25
Figura 6.2. Modelo conceptual preliminar de focos y rutas de contaminación de la microcuenca PAS-40.....26
Figura 7.1. Indicadores de riesgos por presencia de peligros de tipo físico y por presencia de sustancias contaminantes.....41

1. INTRODUCCIÓN

El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), a través de la Dirección de Evaluación Ambiental (DEAM), realiza la identificación de sitios impactados por actividades de hidrocarburos en el ámbito de las cuencas de los ríos Pastaza, Corrientes, Tigre y Marañón, departamento Loreto, en el marco de lo establecido en la Ley N.° 30321[1] – Ley que crea el Fondo de Contingencia para Remediación Ambiental y su Reglamento[2] (en adelante, Ley N.° 30321 y Reglamento).

En virtud de lo dispuesto en el mencionado marco normativo, el OEFA aprobó la Directiva[3] para la Identificación de Sitios Impactados por Actividades de Hidrocarburos y su Anexo, la Metodología para la estimación del nivel de riesgo a la salud y al ambiente (en adelante, Directiva) que establece el proceso para la identificación de sitios impactados, así como la metodología a aplicar para la estimación del nivel de riesgo a la salud y al ambiente.

De acuerdo al proceso de identificación de sitios impactados establecido en la Directiva, la Subdirección de Sitios Impactados (SSIM) de la Dirección de Evaluación Ambiental (DEAM) elabora el presente Plan de evaluación ambiental (en lo sucesivo, PEA), el cual ha sido desarrollado bajo el enfoque de microcuenca y contiene el análisis de información vinculada a presuntos impactos como consecuencia de las actividades de hidrocarburos, en el ámbito de la cuenca del río Pastaza.

Asimismo, el enfoque de microcuenca ha sido desarrollado concibiendo una división de la cuenca del río Pastaza, en unidades geográficas más pequeñas, conforme a la recomendación del Estudio Técnico Independiente del ex Lote 1AB[4] «Lineamientos estratégicos para la remediación de los impactos de las operaciones petroleras en el ex Lote 1AB en Loreto, Perú» (en adelante, ETI del ex Lote 1AB), lo que permite mejorar el análisis sobre el riesgo, organizar la información y la gestión de los sitios impactados.

En ese sentido, la SSIM elabora el presente documento que establece y planifica las acciones para la identificación de sitios impactados ubicados en el ámbito de una microcuenca del río Pastaza denominada PAS-40, a fin de obtener información detallada para la estimación del nivel de riesgo a la salud y al ambiente.

2. MARCO LEGAL

El marco legal comprende las siguientes normas:

- Ley N.° 28611, Ley General del Ambiente.
- Ley N.° 29325, Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental y sus modificatorias.
- Ley N.° 30321, Ley que crea el Fondo de Contingencia para Remediación Ambiental.

---

1 Publicada en el diario oficial «El Peruano», el 7 de mayo de 2015.

2 Aprobado mediante Decreto Supremo N.° 039-2016-EM, publicado en el diario oficial «El Peruano», el 26 de diciembre de 2016.

3 Aprobada mediante Resolución de Consejo Directivo N.° 028-2017-OEFA/CD, publicada en el diario oficial «El Peruano», el 1 de noviembre de 2017.

4 En julio del 2018 el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) Perú, en el marco de un acuerdo de asistencia técnica con el Ministerio de Energía y Minas (Minem) entregó el Estudio Técnico Independiente (ETI) que contiene sugerencias y lineamientos para el proceso de remediación de las áreas afectadas por las actividades petroleras en el ex Lote 1AB (actual Lote 192)

- Decreto Supremo N.° 039-2014-EM, aprueba Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos y sus modificatorias.
- Decreto Supremo N.° 039-2016-EM, aprueba Reglamento de la Ley N.° 30321, Ley que crea el Fondo de Contingencia para Remediación Ambiental.
- Decreto Supremo N.° 012-2017-MINAM, aprueba Criterios para la Gestión de Sitios Contaminados.
- Decreto Supremo N.° 013-2017-MINAM, aprueban el Reglamento de Organización y Funciones del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA).
- Resolución de Consejo Directivo N.° 014-2019-OEFA/CD, aprueban el Plan Anual de Evaluación y Fiscalización Ambiental del OEFA, correspondiente al año 2020.

3. ANTECEDENTES

En 1971 se iniciaron las actividades en el ex Lote 1AB (actual Lote 192), en un inicio como dos lotes separados Lote 1-A (1971) y Lote 1-B (1978), ubicados en las cuencas de los ríos Corrientes, Tigre y Pastaza, departamento Loreto, cuyos contratos fueron suscritos entre Petróleos del Perú (Petroperú S.A.) y la empresa Occidental Petroleum Corporation of Perú (OPCP), Sucursal del Perú en 1972 y 1978, respectivamente[5]. Con la resolución de dichos contratos, posteriormente por Petroperú y OPCP firmaron el Contrato de Servicios para el Lote 1-AB cuya fecha de inicio es el 30 de agosto de 1985 y cuya fecha de vencimiento es el 30 de mayo de 2007, así como, el Contrato de Servicios Petroleros con riesgo de 22 de marzo de 1986.

Durante 1999, Pluspetrol Perú Corporation, sucursal del Perú (Pluspetrol) y OPCP negociaron la venta de la participación de OPCP en el Contrato de Servicios del Lote 1-AB; concretándose dicha venta el 10 de diciembre de ese año. Por lo que, el 8 de mayo de 2000, Perupetro S.A., OPCP y Pluspetrol (desde el 2002 como Pluspetrol Norte S.A.) firmaron el Contrato de Cesión de Posición Contractual mediante el cual, Pluspetrol adquirió la calidad de parte Contratista en el Contrato de Servicios del Lote 1-AB[6].

El 1 de junio de 2001, Perupetro S.A. y Pluspetrol suscribieron una modificación del Contrato del Lote 1-AB, donde las partes acordaron cambiar la fecha de terminación del Contrato, inicialmente fijada para el 30 de mayo de 2007 al 29 de agosto de 2015.

El 30 de agosto de 2015, Perupetro S.A. y Pacific Stratus Energy del Perú S.A. (ahora Frontera Energy del Perú S.A.[7]) suscribieron el Contrato de Servicios Temporal para la explotación de hidrocarburos en el Lote 192 (antes Lote 1AB), hasta por el plazo de 2 años, es decir, hasta el 29 de agosto de 2017[8] y opera a la fecha, debido a la ampliación otorgadael 27 de febrero de 2020, mediante Decreto Supremo N.° 004-2020-EM, mediante

[5] Decreto Supremo N.° 389-85-EF, que declara la rescisión del Contrato del Lote-1A y del Contrato del Lote 1-B, publicado el 29 de agosto de 1985.

[6] Con la aprobación del Decreto Supremo N.° 007-2000-EM, Petroperú S.A, Occidental Peruana Inc, sucursal del Perú y Pluspetrol Perú Corporation, sucursal Perú; celebraron la cesión de posición contractual en el contrato de servicios del Lote 1AB. En dicha cesión Occidental Peruana Inc, sucursal del Perú, cedió el total de su participación del Lote 1-AB a favor de la empresa Pluspetrol Perú Corporation, sucursal Perú.

[7] Mediante Carta N.º S22019001280 (Registro N°: 2019-E01-0102017) del 23 de octubre de 2019, Pacific Energy del Perú S.A. comunicó al OEFA el cambio de denominación social a nombre de Frontera Energy del Perú S.A.

[8] Aprobado mediante Decreto Supremo N.° 027-2015-EM, donde se aprueba la conformación, extensión, delimitación y nomenclatura del área inicial del Lote 192, ubicado entre las provincias Datem del Marañón y Loreto de la región Loreto.

el cual se aprueba la modificación de dicho contrato extendiéndose por un periodo de 6 meses[9]., , por

La microcuenca PAS-40 se encuentra en el ámbito geográfico establecido en el Contrato de Licencia de Exploración y Explotación del Lote 192. Dicho lote, se encuentra localizado en la selva norte del Perú, en los territorios de las provincias Loreto y Datem del Marañón, departamento Loreto (Figura 3.1).

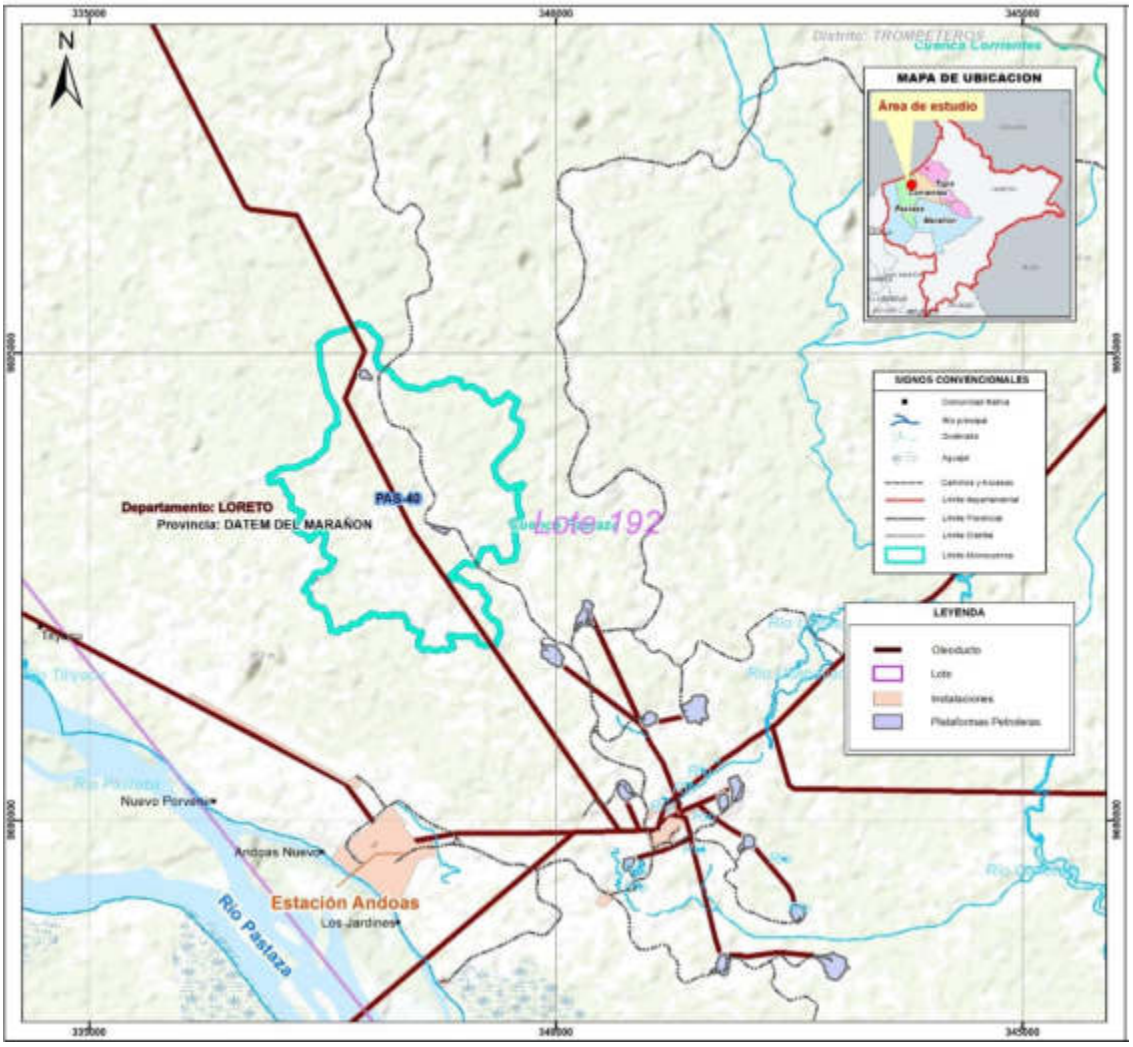


Figura 3.1. Ubicación de la microcuenca PAS-40

Para la microcuenca PAS-40, se recopiló la siguiente información relacionada con el PEA, en la medida que esta advierte de afectación a los componentes ambientales:

- Carta PPN-OPE-013-0090

[9] Decreto Supremo N.° 004-2020-EM publicada el 27 de febrero de 2020 en el diario oficial El Peruano, que aprueba la modificación del Contrato de Servicios Temporal para la Explotación de Hidrocarburos en el Lote 192, aprobado por Decreto Supremo N.° 027- 2015-EM, a efectos de: i) extender por seis (6) meses el plazo para la fase de explotación de Hidrocarburos del Contrato, ii) reflejar en el Contrato la modificación de la denominación social del Contratista a Frontera Energy del Perú S.A. y de su garante corporativo a Frontera Energy Corporation, iii) incluir una cláusula anticorrupción.

Remitida por Pluspetrol al OEFA, el 10 de mayo de 2013, la cual contiene «Información de Sitios Impactados y Potencialmente Impactados en la Cuenca Río Pastaza – Lote 1AB» (actualmente Lote 192). La carta adjunta información georreferenciada sobre la ubicación de 123 sitios que fueron agrupados en 3 categorías: i) 13 sitios impactados y rehabilitados; ii) 1 sitio impactado y no rehabilitado; y iii) 109 sitios impactados y potencialmente impactados no incluidos en instrumentos de gestión ambiental.

- Carta PPN-OPE-0023-2015

  Remitida por Pluspetrol al OEFA, el 30 de enero de 2015, presenta el listado de Pasivos Ambientales ubicados en el Lote 1AB, en las cuencas Tigre, Pastaza y Corrientes. Dicho listado comprende: Pozos abandonados, instalaciones, equipos y facilidades inactivos, suelos potencialmente impactados, sedimentos potencialmente impactados, agua superficial potencialmente impactada, residuos industriales y residuos sólidos.

- Carta PPN-OPE-014-2017

  Remitida por Pluspetrol al OEFA, el 2 de febrero de 2017, contiene información sobre presuntos pasivos ambientales declarados por la empresa, a esa fecha, en los Lotes 1AB y 8, adicional y complementando la información remitida a través de las Cartas PPN-OPE-0023-2015, PPN-OPE-0136-2015, PPN-OPE-0070-2016, PPN-OPE-0102-2016.

- Carta PPN-OPE-0070-2016

  Documento remitido por Pluspetrol a OEFA, el 02 de setiembre del 2016, el cual contiene información georreferenciada complementaria a la Carta PPN-OPE-0023-2015 sobre «pasivos ambientales» del Lote 8 y ex Lote 1AB (actualmente Lote 192).

- Oficio N.° 1536-2017-MEM/DGAAE/DGAE

  Documento mediante el cual, la Dirección General de Asunto Ambientales Energéticos del Ministerio de Energía y Minas remitió al OEFA, el 6 de noviembre de 2017, en formato digital los «Informes de Identificación de Sitios Contaminados (IISC), así como los planes de descontaminación de suelo (PDS) elaborados por los titulares actuales y anteriores de actividades de hidrocarburos existentes en el ámbito geográfico de las cuencas de los ríos Pastaza, Corrientes, Tigre y Marañón, ubicadas en el departamento Loreto», entre ellos, los presentado por Pluspetrol para el Lote 192.

- Carta N° 058-2018-FONAM

  Remitida por el Fondo Nacional del Ambiente (Fonam) al OEFA el 22 de marzo de 2018, mediante la cual se traslada información alcanzada por representantes sociales: Organización de Pueblos Indígenas Kichuas, Amazónicos Fronterizos del Perú y Ecuador (Opikafpe), Federación Indígena Quechua del Pastaza (Fediquep) y Federación de Comunidades Nativas de la Cuenca del Corrientes (Feconacor).

- Actas de pedido de las comunidades Nuevo Porvenir y Titiyacu durante los trabajos de reconocimiento.

Hace alusión de pedidos de identificación de sitios dados a conocer por los miembros de las comunidades nativas Nuevo Porvenir y Titiyacu, e información reportada por el monitor ambiental de la comunidad, de la cuenca del río Pastaza, durante las actividades de campo realizadas en marzo de 2020, en la Comisión de servicio con código de acción N.° 0001-2-2020-415, programada entre el 28 de febrero y el 24 de marzo con el objetivo de identificar sitios impactados en la cuenca del río Pastaza, ubicado en el distrito Andoas, provincia y departamento Loreto. Llos cuales fueron coordinados generándose el Acta de reunión de 28 de febrero de 2020 y el Acta de reunión de 04 de marzo de 2020, respectivamente.

3.1 Actividades extractivas identificadas en la microcuenca PAS-40

La microcuenca PAS-40 se ubica dentro del ámbito geográfico de lo que actualmente es el Lote 192, y de la revisión de imágenes satelitales y de capas de información de instalaciones petroleras se advierte la presencia de instalaciones relacionadas con la producción o transporte de hidrocarburos, tal como se observa en la Figura 5.1, las cuales se listan a continuación:

- Se advierte la Plataforma 01, en cuya área se encuentra el pozo CAPC-01.
- Se advierte la Plataforma 02, en cuya área se encuentra el pozo CAPS-02C.
- A lo largo de la microcuenca se advierte el paso de un tramo del derecho de vía de una serie de oleoductos, entre ellos, la que conecta la Batería Capahuari Norte con la Estación Andoas.
- Tramos de vías de transporte (trochas carrozables) relacionada a la actividad petrolera actual.

3.2 Referencias ubicadas en la microcuenca PAS-40

La SSIM en el marco del proceso de identificación de sitios impactados, reúne información documentaria de posibles sitios reportada por distintas fuentes (comunidades, administrados, entre otras); donde a dicha información se denomina referencias[10].

En el ámbito de la microcuenca PAS-40, se ubican 42 referencias de posibles sitios impactados que tienen una fuente documentaria, tal como se detalla en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1. Referencias ubicadas en el ámbito de la microcuenca PAS-40

Ítem	Código referencia	Coordenadas UTM WGS84-Zona 18M		Descripción	Fuente	Tipo (comunidad, administrado, OEFA, otro)
		Este (m)	Norte (m)			
1	R000126	337846	9694807	SL-CAP-N-1A-2	Informe N.° 326-2013-OEFA/DE-SDCA	OEFA
2	R000127**	339019	9693083	SL-CAP-N-1A-5 Referencia atendida por la DSEM (Anexo A.1).	Informe N.° 326-2013-OEFA/DE-SDCA	OEFA
3	R000160	339018	9693139	Punto Botadero km 2: Capahuari Norte / Antiguo relleno sanitario margen derecho. Carretera Km 2 a 100 metros 32 Sitios Impactados-Fonam.	Carta N.° 003-2017-FONAM	Fonam
4	R000163	338115	9694180	32 Sitios Impactados-Fonam	Carta N.° 003-	Fonam

10 Referencia: Son ubicaciones geoespaciales recogidas de diversos documentos en la cuales advierten una presunta contaminación en los componentes ambientales por actividades de hidrocarburos. Estos documentos son proporcionados en las denuncias ambientales, organizaciones civiles, administrados de competencia de la OEFA y otros.

Ítem	Código referencia	Coordenadas UTM WGS84-Zona 18M		Descripción	Fuente	Tipo (comunidad, administrado, OEFA, otro)
		Este (m)	Norte (m)			
				A 200 m de la margen izquierda, a la altura del Km 4 de la carretera Capahuari Norte. Colpa y aguajal se encuentran bajo un área con presencia de residuos sólidos y tierra oscura y óxido. En tiempo de lluvia escurre sustancias provenientes de dicha área pendiente abajo.	2017-FONAM	
5	R000494	338590	9693316	Suelos potencialmente impactados, con código CSUR216 (coordenadas 338590E/9693316N Sistema WGS84)	Carta PPN-OPE-0070-2016	Pluspetrol
6	R000496	338783	9693103	«Suelos potencialmente impactados» con código CSUR-ISLA K (Coordenadas 338783E/9693103N Sistema WGS84).	Carta PPN-OPE-0070-2016	Pluspetrol
7	R000513**	337937	9694766	Pozos Abandonado Referencia atendida por la DSEM (Anexo A.1).	Carta PPN-OPE-0023-2015	Pluspetrol
8	R001473*	337869	9694812	SL-CAP-N-1A-2: Suelos potencialmente impactados Referencia atendida por la DSEM (Anexo A.1).	Carta PPN-OPE-0023-2015	Pluspetrol
9	R001474**	339019	9693082	SL-CAP-N-1A-5: Suelos potencialmente impactados Referencia atendida por la DSEM (Anexo A.1).	Carta PPN-OPE-0023-2015	Pluspetrol
10	R001759**	337612	9694714	Suelos potencialmente impactados (337612E/9694714N, Sistema WGS84) Referencia atendida por la DSEM (Anexo A.1).	Carta PPN-OPE-0023-2015	Pluspetrol
11	R001760	338859	9692591	Suelos potencialmente impactados (E: 338859 N: 9692591, Sistema WGS84-UTM)	Carta PPN-OPE-0023-2015	Pluspetrol
12	R001761	339272	9692037	Suelos potencialmente impactados. Coordenadas UTM: 18M 0339272 / 9692037	Carta PPN-OPE-0023-2015	Pluspetrol
13	R001795	337862	9694809	CN-R134	Carta PPN-OPE-0023-2015	Pluspetrol
14	R002487**	337556	9695082	Residuos Sólidos Referencia atendida por la DSEM (Anexo A.1).	Carta PPN-OPE-0023-2015	Pluspetrol
15	R002488**	337635	9695173	Residuos Sólidos Referencia atendida por la DSEM (Anexo A.1).	Carta PPN-OPE-0023-2015	Pluspetrol
16	R002489**	337515	9695070	Residuos Sólidos Referencia atendida por la DSEM (Anexo A.1).	Carta PPN-OPE-0023-2015	Pluspetrol
17	R002490**	337573	9694943	Residuos Sólidos Referencia atendida por la DSEM (Anexo A.1).	Carta PPN-OPE-0023-2015	Pluspetrol
18	R002491**	337596	9694905	Residuos Sólidos Referencia atendida por la DSEM (Anexo A.1).	Carta PPN-OPE-0023-2015	Pluspetrol
19	R002492**	337677	9694976	Residuos Sólidos Referencia atendida por la DSEM (Anexo A.1).	Carta PPN-OPE-0023-2015	Pluspetrol
20	R002493**	338983	9693030	Residuos Sólidos, referencia codificada como CN-R147 Referencia atendida por la DSEM (Anexo A.1).	Carta PPN-OPE-0023-2015	Pluspetrol
21	R002494**	339005	9693076	Residuos Sólidos Referencia atendida por la DSEM (Anexo A.1).	Carta PPN-OPE-0023-2015	Pluspetrol
22	R002531	337862	9694809	CN-R134 - Sitio contaminado	Oficio N.° 1079-2016-	Minem

Ítem	Código referencia	Coordenadas UTM WGS84-Zona 18M		Descripción	Fuente	Tipo (comunidad, administrado, OEFA, otro)
		Este (m)	Norte (m)			
					MEM/DGAAE	
23	R002542	338725	9693141	«Informe de Identificación de Sitio con código CSUR-Isla K» (Coordenadas 338725E/ 9693141N Sistema WGS84).	Oficio N.° 1536-2017-MEM/DGAAE/DGAE	Minem
24	R002543	338859	9692591	«Informe de Identificación de Sitio con código CSUR29» (E: 338859 N: 9692591, Sistema WGS84-UTM)	Oficio N.° 1079-2016-MEM/DGAAE	Minem
25	R002544	339016	9693089	CSUR211: Sitio contaminado	Oficio N.° 1079-2016-MEM/DGAAE	Minem
26	R002545	339272	9692037	Sitio Contaminado con código CSUR30. Coordenadas UTM: 18M 0339272 / 9692037	Oficio N.° 1079-2016-MEM/DGAAE	Minem
27	R002875	337560	9694703	Sitios impactados y potencialmente impactados no incluidos en instrumentos de gestión ambiental (337560E/9694703N, Sistema WGS84)	Carta PPN-OPE-013-0090	Pluspetrol
28	R002876	338868	9692588	Sitios impactados y potencialmente impactados no incluidos en instrumentos de gestión ambiental (E: 338868 N: 9692588, Sistema WGS84-UTM)	Carta PPN-OPE-013-0090	Pluspetrol
29	R002877	339281	9692034	Sitios impactados y potencialmente impactados no incluidos en instrumentos de gestión ambiental. Coordenadas UTM: 18M 0339281 / 9692034	Carta PPN-OPE-013-0090	Pluspetrol
30	R002911	337862	9694809	Sitios impactados y potencialmente impactados no incluidos en instrumentos de gestión ambiental	Carta PPN-OPE-013-0090	Pluspetrol
31	R002942	338779	9693108	«Pozos Abandonados» con código CAPS-02C (Coordenadas 338779E/ 9693108N Sistema WGS84).	Carta PPN-OPE-014-2017	Pluspetrol
32	R002983	338992	9693066	Capahuari Sur - Cambio donde crecieron vegetales y árboles. Célticos y otros. Aquí construyeron un botadero de desechos orgánicos y no orgánicos en el km 2 de Capahuari Norte	Correo electrónico de Sra. América Arias, asesora técnica de la Fediquep, de 19 de setiembre de 2017	Comunidad
33	R003003*	337869	9694812	CS16: Presencia de suelo, sedimentos o cuerpos de agua con afectación por hidrocarburos de petróleo, Ba área 1618 m^2. Observación: SL-CAP-N-1A-2 OEFA sitio CS16 Referencia atendida por la DSEM (Anexo A.1).	Carta N° 058-2018-FONAM	Fonam
34	R003007**	339019	9693082	CS20: Presencia de suelo, sedimentos o cuerpos de agua con afectación por hidrocarburos de petróleo, Pb área 398 m^2. Referencia atendida por la DSEM (Anexo A.1).	Carta N.° 058-2018-FONAM	Fonam
35	R003185	337715	9694710	Sitio contaminado, descrito con código CSUR28 (337715E/9694710N, Sistema WGS84)	Oficio N.° 1536-2017-MEM/DGAAE/DGAE	Minem
36	R003652	337875	9694778	Instalaciones abandonadas y otros	Carta N.° 188-2018-FONAM	Fonam
37	R003741	338115	9694180	Ampliación del sitio	Carta N.° 305-2019-FONAM	Fonam

Ítem	Código referencia	Coordenadas UTM WGS84-Zona 18M		Descripción	Fuente	Tipo (comunidad, administrado, OEFA, otro)
		Este (m)	Norte (m)			
38	R003743	337875	9694778	S0106 (punto botadero km 4) Viene siendo atendido por el FONAM.	Carta N.° 305-2019-FONAM	Fonam
39	R003870	338685	9693224	Sitio con presencia de restos de alambrones (E: 338685 N: 9693224, Sistema WGS84-UTM)	Sitio declarado en campo por la comunidad (Acta de reunión de 28/02/2020)	Comunidad Nuevo Provenir
40	R003871	338933	9693055	Sitio de una excavación (posible zona de pozas de lodos de perforación (E: 338933 N: 9693055 del sistema WGS84-UTM)	Sitio declarado en campo por la comunidad (Acta de reunión de 28/02/2020)	Comunidad Nuevo Provenir
41	R003872	338749	9693030	Sitio posiblemente impactado, ubicado en las coordenadas 338749E/9693030N del sistema WGS84	La referencia fue creada en campo por pedido de la comunidad (Acta de reunión de 28/02/2020)	Comunidad Nuevo Porvenir
42	R003873	338004	9694638	Sitio posiblemente impactado, ubicado en las coordenadas 338004E/9694638N del sistema WGS84	La referencia fue creada en campo por pedido de la comunidad (Acta de reunión de 04/03/2020)	Comunidad Titiyacu

*: Referencias atendidas por la Dirección de Supervisión Ambiental en Energía y Minas (DSEM) en primera instancia y luego por la SSIM.
**: Referencias que no han sido atendidas por la SSIM.

Las referencias que tienen como fuente de información los oficios N.° 1079-2016-MEM/DGAAE y N.° 1536-2017-MEM/DGAAE/DGAE, cuentan además de información georreferenciada con analítica de muestreo en el área de estudio, la misma que se presenta de forma consolidada en tablas en el Anexo A.2.

3.3 Información y acciones de otras instituciones

En el ámbito de la microcuenca PAS-40, se tiene conocimiento que el Fonam, en el marco del Reglamento de la Ley N.° 30321, se encuentra en etapa de elaboración de Planes de Rehabilitación para el sitio S0106, el cual está relacionado con las referencias R000163 y R003741; asimismo, para sitio S0104, que está relacionado con las referencias R001474, R002494, R002544, R002983 y R003007.

Cabe señalar que, como parte de los acuerdos en el inicio del Reglamento de la Ley N.° 30321, la Junta de Administración del Fondo de dicha ley, consideró como acuerdo de partida la selección de 32 sitios para iniciar los procesos para su remediación. Estos sitios no fueron identificados por el OEFA en el marco de esa ley, pero si participó en otros espacios ligados a su determinación. A esta serie de sitios se le asignó, en la base de datos, codificación de sitios desde S0100 hasta S0131. En esta microcuenca se encuentran los sitios S0104 y S0106 que están siendo atendidos por el Fonam.

3.4 Acciones realizadas por el OEFA en la microcuenca PAS-40

3.4.1 Información en el marco del proceso para la identificación de sitio impactado por actividades de hidrocarburos (Directiva)

La SSIM, en el marco del proceso de identificación de sitios impactados se vienen atendiendo 33 de las 42 referencias ubicadas en la microcuenca PAS-40, las cuales se encuentran agrupadas en 11 sitios, de los cuales: 1 se ha concluido la evaluación (con informe final) y los restantes se encuentran en etapa de Planificación para la identificación

de sitio impactado (1 con Informe de visita de reconocimiento, y 9 con Ficha de reconocimiento), tal como se describe en la Tabla 3.2. Los documentos en mención se encuentran adjuntos en los Anexos B.1, B.2 y B.3.

Tabla 3.2. Sitios y referencias atendidas por la SSIM

Ítem	Sitio	Código referencia	Documento SSIM	Numero de documento	Descripción de sitio	Área (ha)
1	S0167	R002911 R000126 R001473 R001795 R002531 R003003 R003743 R003652	Informe de evaluación ambiental para la identificación del sitio impactado	N.° 00152-2019-OEFA/DEAM-SSIM	El sitio presenta suelo contaminado por metales cadmio y plomo.	0,804
2	S0147	R000127 R001474 R002493 R002494 R002544 R002983 R003007 R000160*	Informe de visita de reconocimiento al posible sitio impactado	N.° 00082-2018-OEFA/DEAM-SSIM	En el sitio se evidenció a nivel organoléptico en el suelo, así como la presencia de residuos metálicos. Para la referencia R002493, no se observó la presencia de residuos sólidos. Además, se tiene que el resto de referencias están siendo atendidas por el Fonam a través del desarrollo del Plan de Rehabilitación del sitio S0104.	0,850
3	S0444	R001761 R002545 R002877	Ficha de reconocimiento de sitio	N.° 0011-2020-SSIM	Se advirtió afectación del componente suelo por presencia de hidrocarburos	0,696
4	S0386	R003185 R001759** R002875**	Ficha de reconocimiento de sitio	N.° 0006-2020-SSIM	Se advirtió afectación del componente suelo por presencia de hidrocarburos	1,042
5	S0387	R003873	Ficha de reconocimiento de sitio	N.° 0005-2020-SSIM	A nivel organoléptico no se ha advertido afectación por hidrocarburos. Sin embargo, se recibe información de los comuneros que en el sitio se habría enterrado residuos.	0,303
6	S0441	R002542 R002942 R000496	Ficha de reconocimiento de sitio	N.° 0024-2020-SSIM	A nivel organoléptico no se ha advertido afectación por hidrocarburos en el suelo. Sin embargo, se advierte la presencia de una instalación en desuso.	0,066
7	S0442	R003872	Ficha de reconocimiento de sitio	N.° 0008-2020-SSIM	Se advirtió afectación del suelo por presencia de hidrocarburos, así como instalaciones en desuso y residuos inadecuadamente dispuestos.	0,992
8	S0354	R003870	Ficha de reconocimiento de sitio	N.° 0019-2020-SSIM	A nivel organoléptico no se ha advertido afectación por hidrocarburos en el suelo. Sin embargo, se advierte la presencia de residuos y se sospecha de presencia de metales pesados en suelo	0,062
9	S0355	R003871	Ficha de reconocimiento de sitio	N.° 0007-2020-SSIM	Se advirtió afectación del suelo por presencia de hidrocarburos, asimismo afectación del suelo por lodos de perforación, instalaciones en desuso y residuos inadecuadamente dispuestos.	0,025
10	S0443	R002543 R002876 R001760	Ficha de reconocimiento de sitio	N.° 0162-2020-SSIM	A nivel organoléptico no se ha advertido afectación por hidrocarburos en suelo, agua y sedimentos. Sin embargo, se presume afectación por presencia de metales en suelos. Asimismo, se encontró residuos	0,235

Ítem	Sitio	Código referencia	Documento SSIM	Numero de documento	Descripción de sitio	Área (ha)
					mal dispuesto.	
11	S0388	R000494	Ficha de reconocimiento de sitio	N.° 0050-2020-SSIM	A nivel organoléptico no se ha advertido afectación por hidrocarburos en suelo, agua y sedimentos. Sin embargo, se presume afectación por presencia de metales en los sedimentos de la quebrada que cruza el sitio, que por comentarios del monitor comunal proviene del botadero del km 2 de la carretera (sitio S0104). Asimismo, se encontró residuo industrial, que consistía en un barril metálico muy deteriorado mal dispuesto.	0,164

(*): La referencia R000160 no fue incluido en el Informe de visita de reconocimiento N.° 00082-2018-OEFA/DEAM-SSIM, pero se ubica dentro del área del sitio S0147.
(**): Durante las actividades de reconocimiento del sitio S0386 fueron evaluadas 3 referencias R003185, R001759 y R002875. Si bien el API planteado para el sitio no los abarca, se consideran atendidas por la SSIM en la medida que del reconocimiento realizado no se encontró evidencia de afectación de componentes ambientales.

Cabe señalar que, no se realizarán acciones en el presente PEA en los sitios S0167 y S0147 en la medida de los siguientes considerandos: el sitio S0167, con 8 referencias, cuyo proceso de identificación a concluido y cuenta con informe de identificación de sitio impactado, tal como se puede revisar en el Anexo B.3; asimismo, el proceso para el sitio S0147, con 8 referencias, se avanzó a nivel de reconocimiento, así como se puede revisar en el Anexo B.2; y se dio por terminado el proceso en la medida que se advirtió que la problemática estaba siendo atendida por el Fonam, a través de las gestiones realizadas para el sitio S0104.

Asimismo, respecto de las 9 referencias restantes, estas no serán atendidas en el proceso de identificación de sitios impactados en la medida de los siguientes considerandos:
- 2 referencias, (R000163 y R003741) están dentro del sitio S0106, que se encuentra en etapa de elaboración del Plan de rehabilitación correspondiente a cargo del Fonam, y se entiende que la problemática advertida está siendo abordada con el plan de rehabilitación.
- 1 referencias (R000513) corresponden a Pozo abandonado las cuales vienen siendo atendida por acciones de la DSEM (ver Anexo A.1).
- 6 referencias (R002488, R002487, R002489, R002492, R002490 y R002491) corresponde a «Residuos sólidos» la cual viene siendo atendida por acciones de la DSEM (ver Anexo A.1).

3.4.2 Otra información vinculada

En el ámbito geográfico de la microcuenca PAS-40 se ha reportado una emergencia ambiental con código HID_EM_00139, ocurrida el 9 de junio de 2017 la que describe fuga de diésel en el Joint 484 Diéselducto hacia Capahuari Norte, en las coordenadas 337782E/9694433N del WGS84.

En el marco de la declaratoria de emergencia ambiental de la cuenca del río Pastaza, el OEFA, en el 2013 emitió el Informe N.º 326-2013-OEFA/DE-SDCA donde se identificó 38 sitios contaminados por la actividad de hidrocarburos en el ex Lote 1-AB, área de operaciones de Pluspetrol, distribuidos en los sectores Capahuari Norte, Capahuari Sur, Tambo y Los Jardines, en la cuenca del río Pastaza; de los cuales la microcuenca PAS-40 guarda relación con 2 sitios, tal como se detalla en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3. Sitios contaminados en la microcuenca PAS-40

Nº	Sector	Código de sitio	Fecha de	Área	Resultado

			monitoreo	estimada (ha)	
1	Capahuari Note	SL-CAP-N-1A-2	Abril 2013 /mayo 2013	0,060	Evidenció presencia de bario total que supera ECA Suelo de uso agrícola (Decreto Supremo N.º 002-2013-MINAM)
2		SL-CAP-N-1A-5	Abril 2013 /mayo 2013	0,060	Evidenció presencia de plomo que supera ECA Suelo de uso agrícola (Decreto Supremo N.º 002-2013-MINAM)

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Identificar los sitios impactados por actividades de hidrocarburos ubicados en la microcuenca PAS-40 en el ámbito de la cuenca del río Pastaza, en el marco de la Ley N.° 30321 y su Reglamento.

4.2 Objetivos específicos

Evaluar la presencia de contaminantes en los componentes ambientales: suelo, agua superficial y sedimento ubicados en los sitios y la microcuenca PAS-40, cuenca del río Pastaza.

Evaluar las comunidades hidrobiológicas (macrobentos y peces) en el sitio y la microcuenca PAS-40, cuenca del río Pastaza.

Establecer las fuentes primarias o secundarias de los sitios de la microcuenca PAS-40, cuenca del río Pastaza.

Estimar el nivel de riesgo a la salud y al ambiente que representan los sitios de la microcuenca PAS-40, cuenca del río Pastaza.

5. ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se concentra en la microcuenca PAS-40, que se delimitó utilizando información satelital de un modelo de elevación digital, que corresponde a una capa con valores de diferentes elevaciones que manifiesta las diferencias altitudinales; sin embargo, la data de origen no es a nivel del suelo sino se recoge a nivel de la superficie del dosel forestal y áreas libres. Por ello, es un modelo planteado para organizar espacios geográficos y advertir la concentración de áreas que podrían o no estar conectados con otros sitios (Anexo C).

El área de estudio corresponde a la microcuenca PAS-40, ubicada en el ámbito de la cuenca del río Pastaza, al noreste del centro poblado de Nuevo Andoas y abarca los territorios de las comunidades nativas Nuevo Porvenir y Titiyacu en el Lote 192, distrito Andoas, provincia Datem del Marañón, departamento Loreto.

Para la definición de las áreas de los sitios se ha analizado la información documentaria histórica y la generada durante las actividades de reconocimiento. A continuación, en la Figura 5.1 se presenta la ubicación de la microcuenca PAS-40 con los sitios establecidos en esta área; Para una mejor visualización revisar el Anexo D.1.

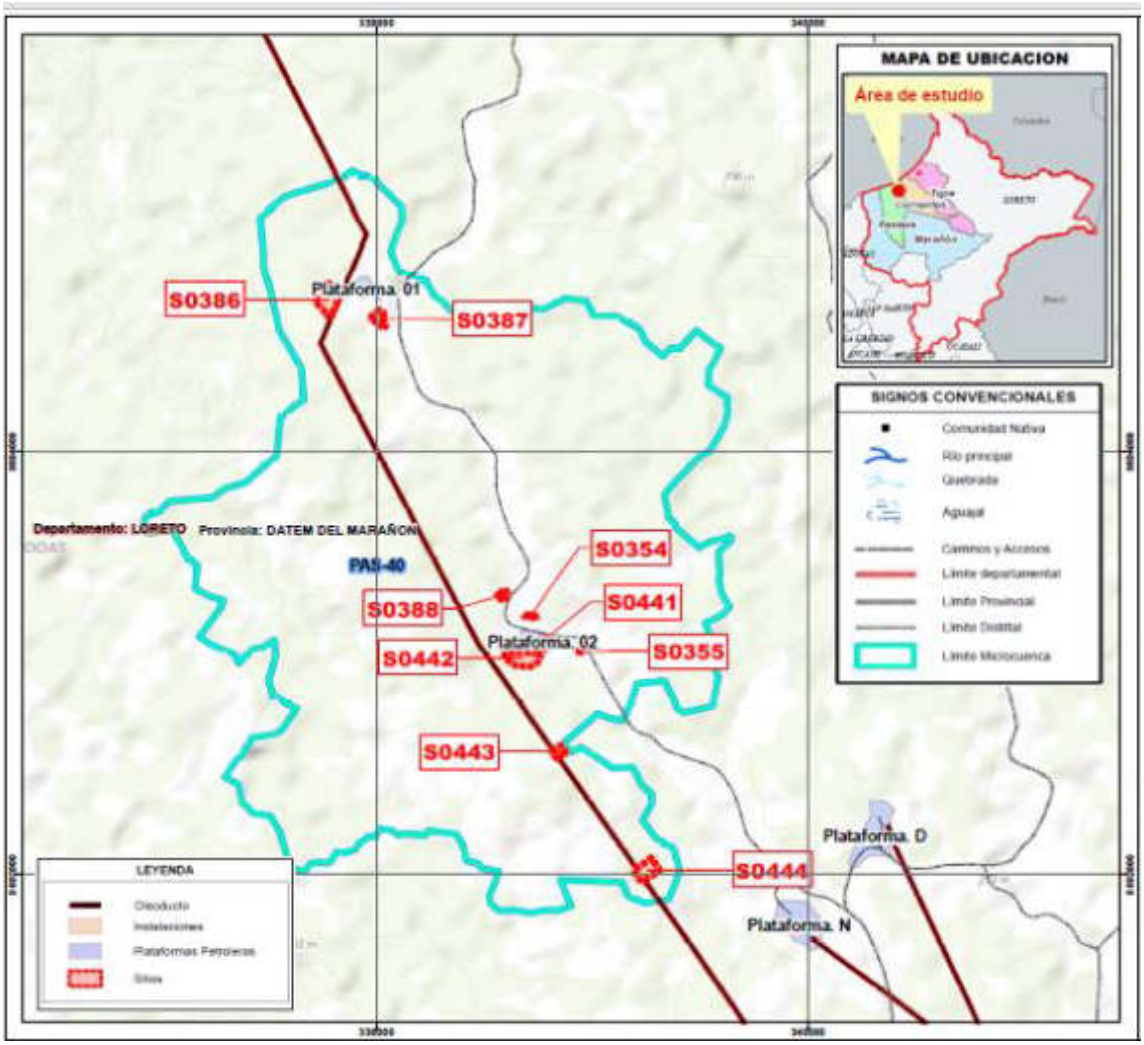


Figura 5.1. Ubicación de los sitios en la microcuenca PAS-40

En relación a los 9 sitios a evaluar se puede describir lo siguiente:

El sitio S0386 se encuentra en el territorio de la comunidad nativa Titiyacu, a 100 m al suroeste de la Plataforma 01 del yacimiento Capahuari Norte del Lote 192 que contiene al pozo CAPC-01. El sitio corresponde a un bosque secundario con una zona inundable en el sector centro y este (abundante materia orgánica), y una zona de bosque firme con pendientes pronunciadas al oeste del mismo, presenta suelo arcilloso (Figura 5.2 y Anexo D.2).

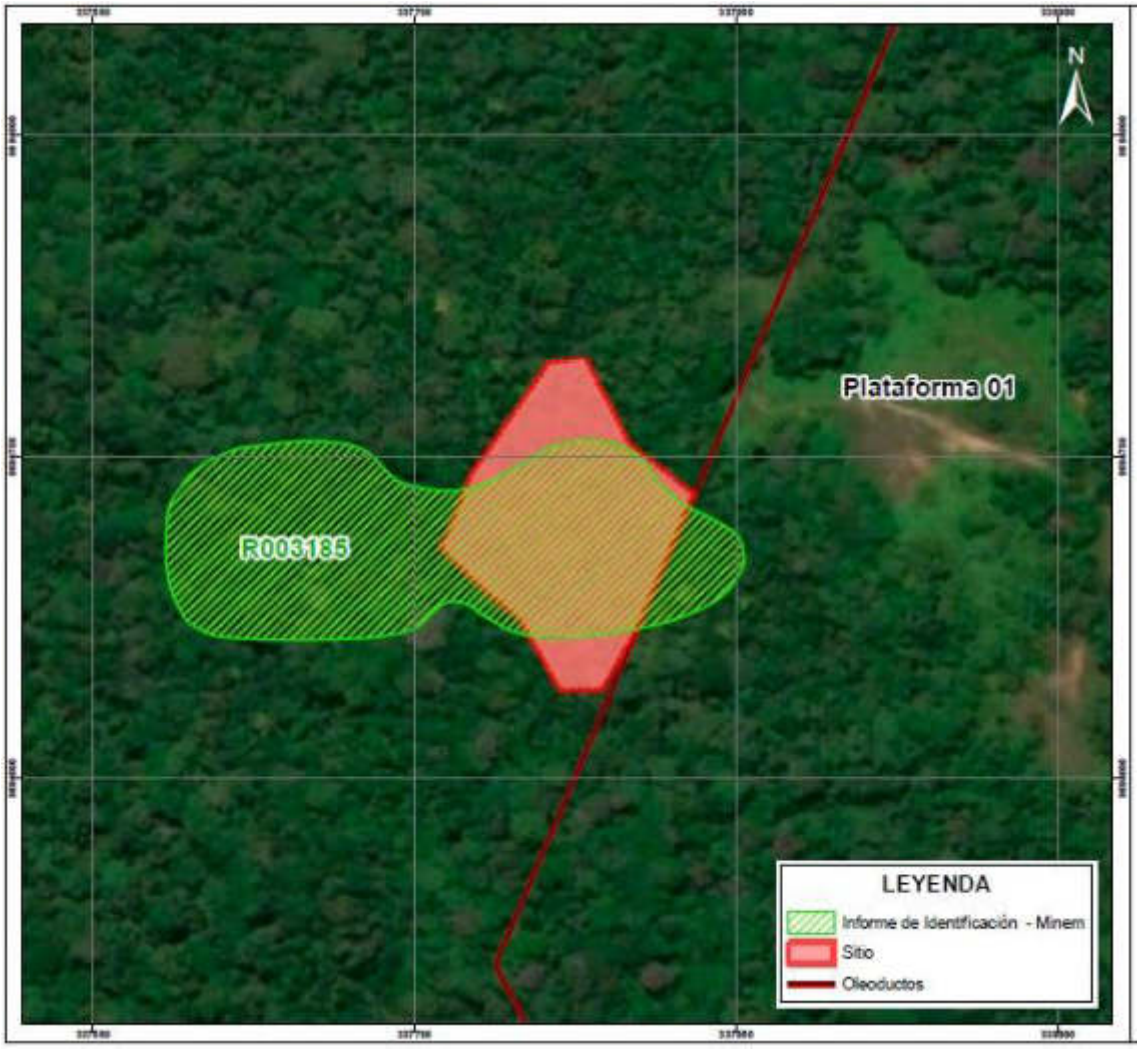


Figura 5.2. Ubicación del sitio S0386

El sitio S0387 se ubica en el territorio de la comunidad nativa Titiyacu, a 4,5 km (en línea recta) al noreste de la comunidad y a 120 m al sureste de la Plataforma 01 del yacimiento Capahuari Norte del Lote 192 que contiene al pozo CAPC-01, corresponde a un área con vegetación herbácea y suelo arcilloso compactado principalmente, así como, bosque secundario al sureste con suelo saturado, con pendiente ligeramente inclinada hacia el bosque secundario (Figura 5.3 y Anexo D.2).

Figura 5.3. Ubicación del sitio S0387

El sitio S0388 se encuentra dentro del territorio de la comunidad nativa Titiyacu, a la altura del Km 2 de la carretera Andoas-Capahuari Norte, corresponde a un bosque secundario inundable, con vegetación arbórea y suelo arcilloso. El sitio es atravesado por la quebrada Ulisescocha (de acuerdo a la ANA) de 2 m aproximadamente de ancho (Figura 5.4 y Anexo D.2).

Figura 5.4. Ubicación del sitio S0388

El sitio S0354 se ubica en el territorio de la comunidad nativa Nuevo Porvenir, a 3,8 km en línea recta al noreste de la comunidad, está compuesto por un bosque primario con predominancia de especies arbóreas y herbáceas aledaño a una cocha sin nombre. El suelo predominantemente es arcilloso-limoso (Figura 5.5 y Anexo D.2).

Figura 5.5. Ubicación del sitio S0354

El sitio S0442 se encuentra en el territorio de la comunidad nativa Nuevo Porvenir, colindante a la Plataforma 01 que contiene al pozo CAPS-02C, en dirección suroeste, corresponde a un bosque secundario con vegetación densa, suelo arcilloso (Figura 5.6 y Anexo D.2).

Figura 5.6. Ubicación del sitio S0442

El sitio S0441 se ubica en el territorio de la comunidad nativa Nuevo Porvenir, a 3,82 km (en línea recta) al noreste de la comunidad, y a la altura del kilómetro 2,5 del camino que va a Capahuari Norte (Figura 5.7 y Anexo D.2).

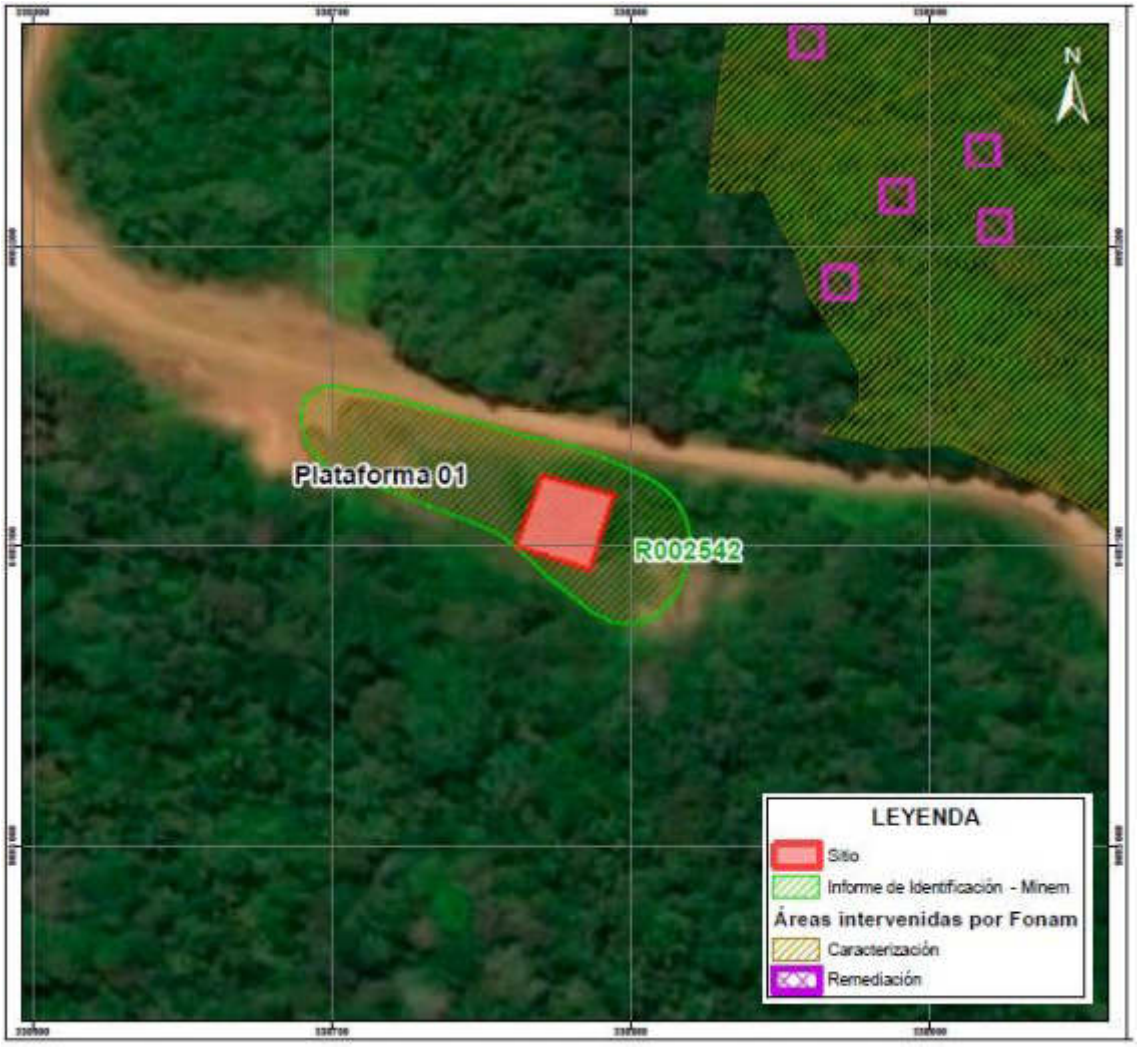


Figura 5.7. Ubicación del sitio S0441

El sitio S0355 se encuentra en el territorio de la comunidad nativa Nuevo Porvenir, a 3,6 km en línea recta al noreste de la comunidad, está compuesto por un bosque primario con predominancia de especies arbóreas y herbáceas. El suelo predominantemente es arcilloso-limoso (Figura 5.8 y Anexo D.2).

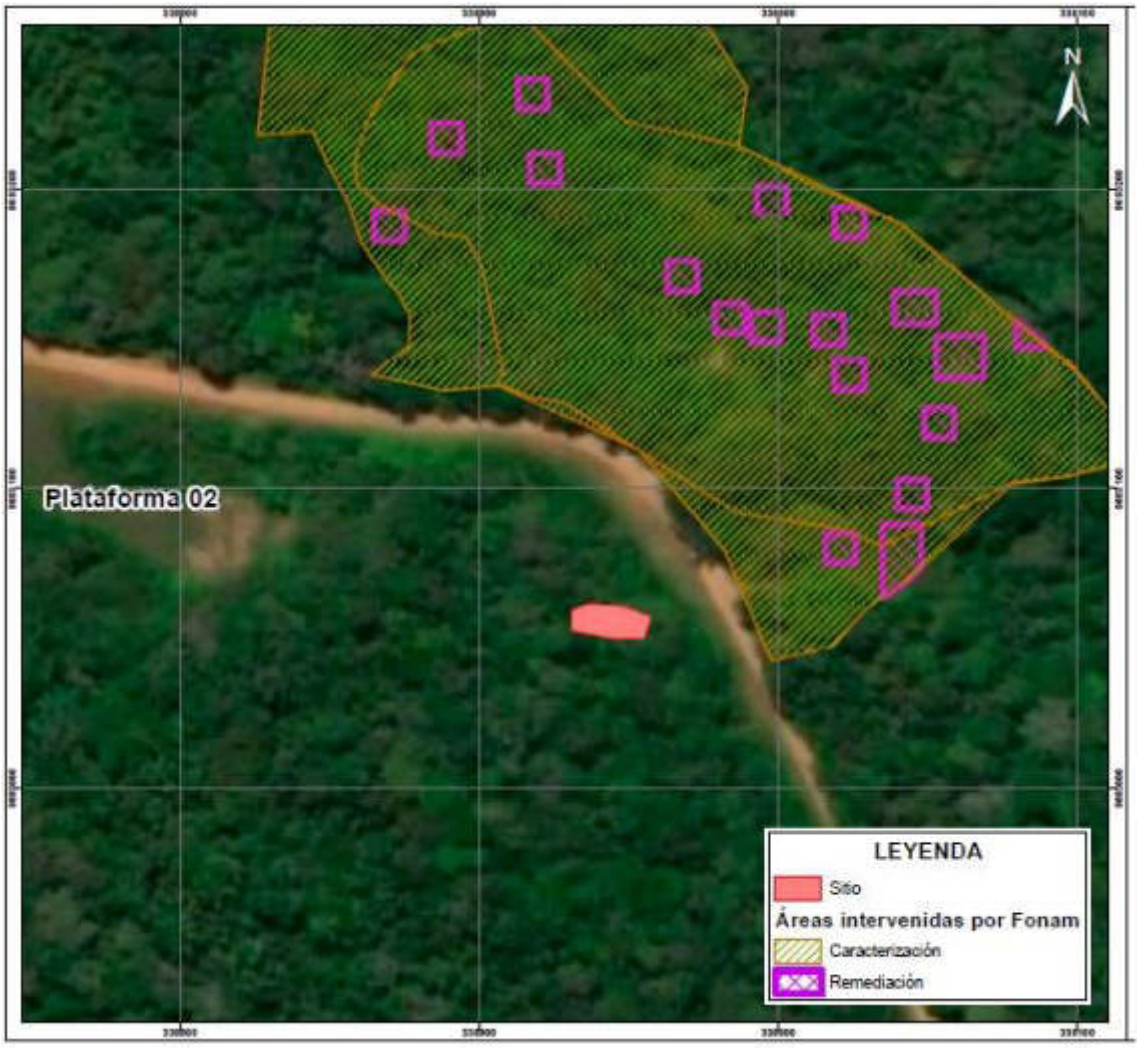


Figura 5.8. Ubicación del sitio S0355

El sitio S0443 se ubica en el territorio de la comunidad nativa Nuevo Porvenir a 3,5 km al noreste de la comunidad, está compuesto por un bosque primario con predominancia de especies arbóreas y herbáceas con un sendero que conecta la trocha carrozable con el derecho de vía del ducto de producción. El suelo predominantemente es arcilloso-limoso (Figura 5.9 y Anexo D.2).

Figura 5.9. Ubicación del sitio S0443

El sitio S0444 se superpone al emplazamiento del derecho de vía del oleoducto que va desde el campo de producción Capahuari Norte hasta la Estación de Andoas, ambos en medio de bosque de colina con mayor abundancia de especies arbóreas, la vegetación herbácea concentrada en el derecho de vía (Figura 5.10 y Anexo D.2).

Figura 5.10. Ubicación del sitio S0444

6. MODELO CONCEPTUAL PRELIMINAR

El modelo conceptual se ha elaborado considerando los lineamientos de la Guía para la Elaboración de Planes de Planes de Descontaminación de suelos (2014) que se encuentra alienado con el modelo Contaminante (fuente secundaria) - Vía de transporte - Receptor. Así pues, en relación a dichos elementos y considerando la información disponible del reconocimiento se tienen los siguientes fundamentos.

6.1 Fuentes secundaria

A nivel de la microcuenca PAS-40, en el marco de la Ley N.° 30321, se han establecido 13 sitios. De estos, 2 sitios, los sitios S0104 y S0106 forman parte del listado inicial de 32 sitios, como punto de partida, establecidos por la Junta de Administración y que se encuentran en el proceso de elaboración de los Planes de Rehabilitación correspondiente y, cuyos parámetros de preocupación son fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28),

fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40), As, Cd y Pb para el sitio S0104, y fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28), fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40), Ba, Cd y Pb para el sitio S0106.

Respecto al proceso de identificación de sitios impactados a cargo del OEFA, se tiene que:

- 1 sitio (S0167) ya cuenta con informe final de identificación, con Informe N.° 00152-2019-OEFA/DEAM-SSIM, como sitio impactado en el marco de la Ley N.° 30321, cuyos contaminantes de potencial interés encontrados son cadmio total y plomo total en suelo, el cual ya ha sido trasladado al Fonam y ha un sido priorizado por la Junta de Administración.
- 1 sitio (S0147), el cual se inició el proceso de identificación como sitio impactado, y se elaboró el informe de visita de reconocimiento con número Informe N.° 82-2018-OEFA/DEAM-SSIM, pero se advirtió que la problemática está siendo atendida por el sitio S0104 que ya se encuentra en el proceso de elaboración del Plan de rehabilitación a cargo de Fonam.
- 9 sitios, S0386, S0387, S0388, S0354, S0441, S0442, S0355, S0443 y S0444, para los cuales se investigará con el presente PEA, y se está considerando como contaminantes de potencial interés a los hidrocarburos (fracciones de hidrocarburos F1, F2 y F3); así como los metales (arsénico, bario total , cadmio, cromo total, cromo VI, plomo, mercurio y plomo).

Del reconocimiento de campo a estos 9 sitios se obtuvo la información detallada en la Tabla 6.1.

Tabla 6.1. Sitios y los componentes ambientales presuntamente afectados por la actividad petrolera

Ítem	Sitio	Componente ambiental presuntamente afectado		
		Suelo	Agua superficial	Sedimentos
1	S0444	Por hidrocarburos	No	No
2	S0386	Por hidrocarburos	No	No
3	S0387	Por presencia de residuos	No	No
4	S0441	Instalación en desuso.	No	No
5	S0442	Por hidrocarburos. Por presencia de instalaciones en desuso. Por presencia de residuos.	No	No
6	S0354	Por presencia de residuos que dan sospecha de afectación en el suelo por metales pesados.	No	No
7	S0355	Por presencia de hidrocarburos Por presencia de lodos de perforación Por instalaciones en desuso y residuos con disposición final inadecuada.	No	No
8	S0443	Se presume sitio afectado por presencia de metales pesados.	No	No
9	S0388	Se encontró residuo industrial, que consistía en un barril metálico muy deteriorado mal dispuesto.	Se presume afectación por presencia de metales en el agua de la quebrada que cruza el sitio, que por comentarios del monitor comunal proviene del botadero del km 2 de la carretera (sitio S0104).	Se presume afectación por presencia de metales en los sedimentos de la quebrada que cruza el sitio, que por comentarios del monitor comunal proviene del botadero del km 2 de la carretera (sitio S0104).

6.2 Receptores y puntos de exposición

Dentro del área de la microcuenca no se advirtió la presencia de centros poblados salvo una vivienda a la altura de la tranquera del kilómetro 2 de la trocha carrozable que conecta La Batería Capahuari Norte con Nuevo Andoas. Dicho asentamiento humano se ha codificado como RH-01.
Esta vivienda o albergue comunal es usado por un grupo de familias de la comunidad nativa Titiyacu, que se dedica a cubrir un periodo de guardia o vigilancia de una de las tranqueras que controla la entrada y salida, contratados por la empresa Frontera Energy,l administrador del Lote 192, a fin de controlar el ingreso y salida de las instalaciones petroleras.

A continuación, se muestra en la Tabla 6.2 los receptores identificados en la microcuenca PAS-40 y en sus inmediaciones.

Tabla 6.2. Resumen de puntos de exposición de receptores humanos

Punto de exposición	Dentro/fuera de la microcuenca	Descripción	Código	Coordenadas UTM		Comentario / asunciones
				Este (m)	Norte (m)	
Centros poblados	Dentro	Vivienda a la altura de la tranquera del Km 2 de la trocha carrozable que conecta la batería Capahuari Norte con Andoas. Corresponde a la comunidad de Titiyacu	RH-01	338138	9694344	No aplica
	Fuera	Centro poblado Titiyacu	RH-02	333781	9693024	No aplica
		Centro poblado Nuevo Porvenir	RH-03	336414	9690127	No aplica
		Centro poblado Nuevo Andoas	RH-04	337508	9689775	No aplica
		Centro poblado Los Jardines	RH-05	338649	9688461	No aplica
		Centro poblado Vendedores	RH-06	338892	9688079	No aplica
		Centro poblado Nueva Alianza Capahuari	RH-07	345447	9682402	No aplica
Puntos de captación de agua superficial o subterránea para consumo humano	Dentro	Captación de agua superficial en quebrada	RH-08	338639	9693295	De lo recogido en campo esta zona de la quebrada se usa para lavado de ropa por parte de la población RH-01
	Dentro	Captación de agua subterránea	-	-	-	No se tiene conocimiento de pozos de agua subterránea dentro de la microcuenca y las comunidades más cercanas se encuentran a más de 10 km.
	Fuera	Punto de captación rio Pastaza SAP Los Jardines	RH-09	338649	9688424	No aplica
	Fuera	Punto de captación de agua en quebrada para comunidad Vencedores	RH-10	338525	9690368	Se asumirá este punto como el lugar donde se abastece de agua el centro poblado de Vencedores
	Fuera	Captación de agua subterránea	-	-	-	No se tiene información.
Zonas de		Zonas alrededor del sitio S0386	RH-11	-	-	Zonas de caza. Informado por el monitor/apoyo local
		Zonas alrededor del S0387	RH-12	-	-	Zonas de caza. Informado por el monitor/apoyo local

Punto de exposición	Dentro/fuera de la microcuenca	Descripción	Código	Coordenadas UTM		Comentario / asunciones
				Este (m)	Norte (m)	
cultivo, pesca o caza	Dentro	Zonas alrededor del S0388	RH-13	-	-	Zonas de caza. Informado por el monitor/apoyo local
		Zonas alrededor del S0354	RH-14	-	-	Zonas de caza. Informado por el por monitor/apoyo local
		Zonas alrededor del S0441	RH-15	-	-	Zonas de caza. Informado por el monitor/apoyo local
		Zonas alrededor del S0442	RH-16	-	-	Zonas de caza. Informado por el monitor/apoyo local
		Zonas alrededor del S0355	RH-17	-	-	Zonas de caza. Informado por el monitor/apoyo local
Zonas de cultivo, pesca o caza	Dentro	Zonas alrededor del S0443	RH-18	-	-	Zonas de caza. Informado por el monitor/apoyo local
		Zonas alrededor del S0444	RH-19	-	-	Zonas de caza. Informado por el monitor/apoyo local
		Zona de cultivo	-	-	-	De la información de campo y del análisis en gabinete, no se advierte áreas de cultivo dentro de la microcuenca.
	Fuera	Zona de cultivo	RH-20	338525	9690368	De la revisión de información de campo y del análisis en gabinete de imágenes satelitales se advierte áreas de cultivo.

(-): Sin dato

En relación a los receptores ecológicos, dentro del área de la microcuenca no hay ninguna área natural protegida y la más cercana se encuentra bastante distante.

6.3 Mecanismos de transporte

En relación a las posibles vías de transporte por las que se movilizarían los contaminantes (fuente secundaria) para llegar a los receptores (humanos y ecológicos), la Metodología para la estimación del nivel de riesgo de sitios impactados (anexo de la Directiva) considera: i) el escurrimiento del agua superficial, ii) la movilización de contaminantes a través del agua subterránea y iii) la movilización a través de la cadena trófica.

En relación con el escurrimiento superficial (Figura 6.1) se tiene los siguientes considerandos:

- La información de la red hidrográfica oficial, es nula para la microcuenca PAS-40 y para las zonas aledañas.
- Zona con altos índices de precipitación que se corresponden con el clima de selva tropical, por lo que el escurrimiento superficial es un factor importante en el transporte y dispersión de contaminantes.
- Se ha estimado la dirección de la escorrentía superficial de la microcuenca PAS-40, a partir del modelo de elevación digital que se utilizó para la delimitación de las microcuencas. Esto se toma como información de punto de partida para la delimitación de microcuencas, en donde no se cuenta con información.

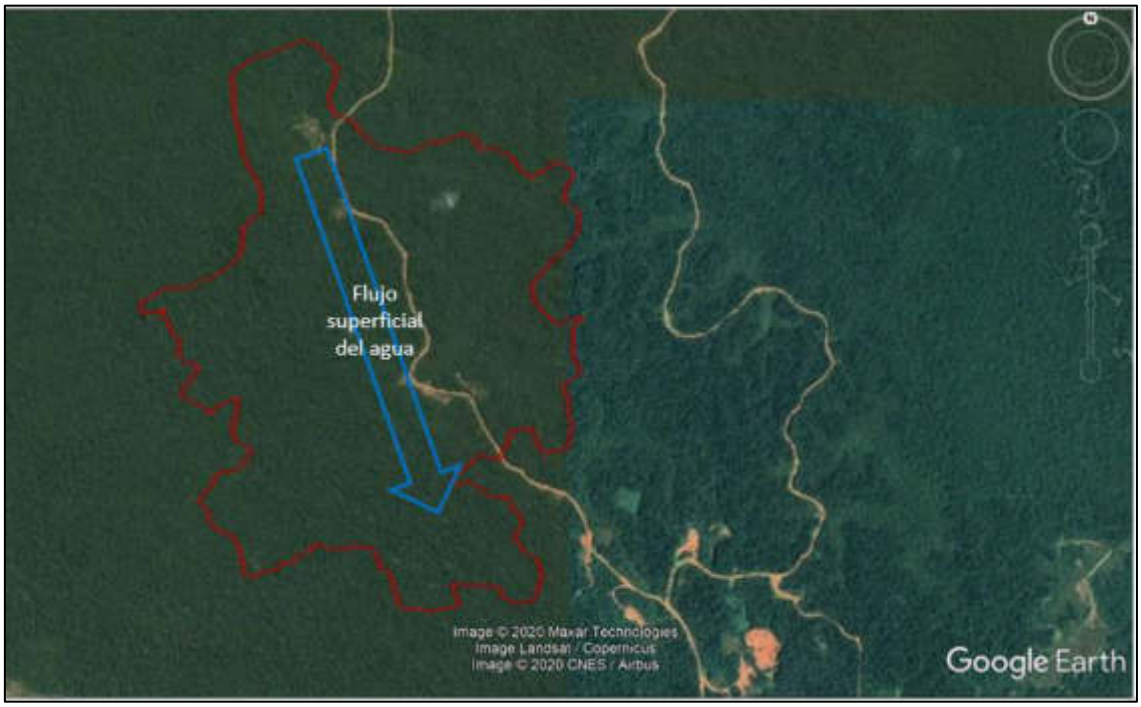


Figura 6.1. Dirección estimada de la escorrentía superficial en la microcuenca PAS-40

En relación a la vía de transporte por agua subterránea se tiene que la información es escasa al respecto para el sector de la microcuenca PAS-40. No se ha encontrado información secundaria relacionada a la profundidad del nivel freático ni la dirección del flujo de agua subterránea en dicha microcuenca. Sin embargo, en relación con la potencial interacción entre los sitios de la microcuenca y la ubicación de los pozos más cercanos en los centros poblados identificados, estos se encuentran alejados a más de 3 km de distancia en línea recta y, ubicados incluso, cruzando 2 microcuencas. Sin embargo, no se tiene información suficiente para descartar dicha interacción a través del agua subterránea, por lo que queda abierta la posibilidad de esta ruta.

En cuanto a la movilización a través de la cadena trófica se tiene que ninguno de los sitios a evaluar, es usado por las personas como áreas de cultivo, pesca; sin embargo, los comuneros que acompañaron a los trabajos, indicaron la posibilidad de uso del sitio como de recolección de frutos o plantas medicinales, y caza en el sitio y alrededores cercanos.

6.4 Fuentes primarias potenciales

En la microcuenca PAS-40, se ha advertido el desarrollo de actividades económicas tales como la caza y recolección de frutos que desarrollan las comunidades nativas del lugar, y la explotación de hidrocarburos por parte del administrado del Lote 192.

En relación a las fuentes primarias potenciales para la microcuenca PAS-40, se advierte la presencia de instalaciones petroleras, entre ellas: un oleoducto principal que recoge la producción de la Batería Capahuari Norte y lo traslada a la Estación Andoas, en cuyo recorrido cruza la microcuenca PAS-40. Asimismo, se observó 2 plataformas petroleras con un pozo petrolero cada una.

En el territorio de la microcuenca no se observó otras actividades económicas industriales/extractivas que sean fuentes primarias potenciales.

6.5 Modelo conceptual preliminar

Con la información recogida para cada uno de los elementos: fuente primaria, fuente secundaria, mecanismos de transporte, punto de exposición y receptores; se ha construido el modelo conceptual preliminar que se muestra en la Figura 6.2.

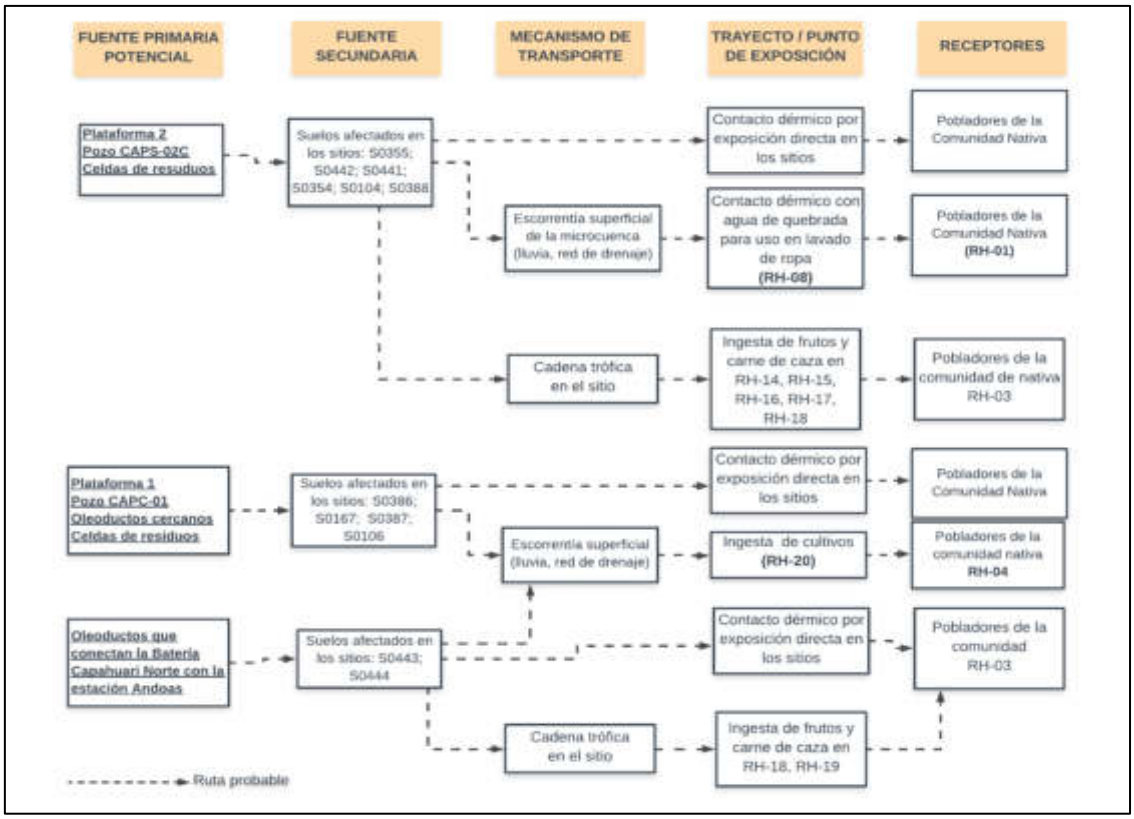


Figura 6.2. Modelo conceptual preliminar de focos y rutas de contaminación de la microcuenca PAS-40

Del análisis de información relacionada al flujo de la escorrentía superficial en la microcuenca PAS-40, se tiene que para la mayoría de puntos de exposición de los receptores humanos identificados, se descarta la posibilidad de interacción entre estos y los sitios investigados, toda vez que se encuentran distribuidos espacialmente en ubicaciones cuyo nexo está interrumpido por la presencia de barreras naturales, como colinas (por encontrarse en otra microcuenca), o porque se encuentra aguas arriba de la ubicación de los sitios.

7. METODOLOGÍA

El PEA de la microcuenca PAS-40 determina la necesidad de evaluar la presencia de contaminantes en los componentes ambientales suelo, agua superficial y sedimento; así como, evaluar las comunidades hidrobiológicas, estimar el nivel de riesgo a la salud y al ambiente y establecer las fuentes primarias potenciales.

7.1 Objetivo específico 1. Evaluar la presencia de contaminantes en los componentes ambientales: suelo, agua superficial y sedimento ubicados en los sitios y la microcuenca PAS-40, cuenca del río Pastaza

En la microcuenca PAS-40 se realizará la evaluación en el suelo, agua superficial y sedimento considerando los sitios, su entorno, rutas de transporte y puntos de exposición, además de tener en cuenta los supuestos establecidos en el modelo conceptual preliminar. Con respecto a los sitios se evaluarán los componentes ambientales señalados en las fichas de reconocimiento 2020, tal como se detalla en la Tabla 7.1.

Tabla 7.1. Componentes ambientales a evaluar por sitio

Código del sitio	Área a evaluar (ha)	Componentes considerados a evaluar	Puntos de muestreo proyectados
S0444	0,696	Suelo	7
S0386	1,042	Suelo	11
S0387	0,303	Suelo	6
S0441	0,066	Suelo	4
S0442	0,992	Suelo	9
S0354	0,062	Suelo	4
S0355	0,025	Suelo	4
S0443	0,235	Suelo	2
S0388	0,164	Suelo	4
		Sedimento	3
		Agua superficial	3

7.1.1 Suelo

De acuerdo a lo desarrollado en la sección del modelo conceptual preliminar se tiene 9 sitios (fuente secundaria) que se encuentran afectados por presencia de contaminantes en el suelo. A continuación, se describe la metodología considerada para realizar la evaluación del componente suelo en cada sitio.

7.1.1.1 Guías de muestreo

Para el muestreo de suelos en el sitio de interés se tomará en cuenta lo establecido en las guías y manual detallados en la Tabla 7.2.

Tabla 7.2. Guías técnicas de referencia para el muestreo de suelo

Componente ambiental	Guías o manual	Institución	Dispositivo legal	Año
Suelo	Guía para Muestreo de Suelos	MINAM	Resolución Ministerial N.° 085-2014-MINAM.	2014
	Guía para la elaboración de planes de descontaminación de suelos			
	Manual de Lineamientos y Procedimientos para la elaboración y evaluación de Informes de Identificación de Sitios Contaminados		No aplica	2015

7.1.1.2 Puntos de muestreo

Para el diseño de la cantidad de puntos de muestreo de suelo, se tomó en consideración los lineamientos establecidos en las guías mencionadas en la Tabla 7.2, así como la

información recabada en el reconocimiento de cada sitio, cuya propuesta de muestreo fue recogida en la ficha de reconocimiento de cada sitio.

Se propone 54 puntos de muestreo en los sitios a evaluar en la microcuenca PAS-40 para confirmar o descartar la presencia de contaminantes presentes en el suelo, los cuales se detallan en la Tabla 7.3 y su mapa en el Anexo D.3.

Tabla 7.3. Ubicación de los puntos de muestreo para suelo para la microcuenca PAS-40

N.°	Código sitio	Código OEFA	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 18 M		Descripción
			Este (m)	Norte (m)	
1	S0444	S0344-SU-001	339200	9692014	-
2		S0344-SU-002	339228	9691998	-
3		S0344-SU-003	339229	9691968	-
4		S0344-SU-004	339252	9692018	-
5		S0344-SU-005	339270	9692065	-
6		S0344-SU-006	339276	9692033	-
7		S0344-SU-007	339299	9692018	-
8	S0386	S0386-SU-001	337770	9694775	-
9		S0386-SU-002	337743	9694741	-
10		S0386-SU-003	337798	9694745	-
11		S0386-SU-004	337721	9694710	-
12		S0386-SU-005	337779	9694721	Ubicado en hincado positivo a presencia de hidrocarburos durante el reconocimiento.
13		S0386-SU-006	337819	9694727	Ubicado en hincado durante el reconocimiento.
14		S0386-SU-007	337746	9694688	-
15		S0386-SU-008	337797	9694693	-
16		S0386-SU-009	337778	9694656	-
17		S0386-SU-10	337612	9694714	Coincidente con la ubicación de la referencia R001759. La cual se encuentra fuera del API propuesto, durante el reconocimiento no se advirtió afectación del suelo.
18		S0386-SU-11	337560	9694702	Coincidente con la ubicación de la referencia R002875. La cual se encuentra fuera del API propuesto, durante el reconocimiento no se advirtió afectación del suelo.
19	S0387	S0387-SU-001	338009	9694658	-
20		S0387-SU-002	337984	9694633	-
21		S0387-SU-003	338004	9694638	-
22		S0387-SU-004	338029	9694635	-
23		S0387-SU-005	338012	9694608	-
24		S0387-SU-006	338032	9694587	-
25	S0441	S0441-SU-001	338772	9693116	-
26		S0441-SU-002	338787	9693112	-
27		S0441-SU-003	338768	9693103	-
28		S0441-SU-004	338783	9693103	Coincidente con la ubicación de la referencia R000496.

N.°	Código sitio	Código OEFA	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 18 M		Descripción
			Este (m)	Norte (m)	
29	S0442	S0442-SU-001	338767	9693074	-
30		S0442-SU-002	338731	9693031	-
31		S0442-SU-003	338688	9693037	-
32		S0442-SU-004	338648	9693033	-
33		S0442-SU-005	338612	9693030	-
34		S0442-SU-006	338648	9692999	-
35		S0442-SU-007	338689	9693000	-
36		S0442-SU-008	338728	9693001	-
37		S0442-SU-009	338749	9693030	-
38	S0354	S0354-SU-001	338684	9693224	-
39		S0354-SU-002	338701	9693223	-
40		S0354-SU-003	338724	9693223	-
41		S0354-SU-004	338734	9693212	-
42	S0355	S0355-SU-001	338933	9693055	-
43		S0355-SU-002	338940	9693060	-
44		S0355-SU-003	338952	9693054	-
45		S0355-SU-004	338943	9693053	-
46	S0443	S0443-SU-001	338859	9692591	Punto de muestreo ubicado en las referencias R001760 y R002543, y aproximadamente a 8 m al noroeste de la referencia R002876.
47		S0443-SU-002	338839	9692592	-
48		S0443-SU-003	338857	9692570	-
49		S0443-SU-004	338813	9692579	Presencia de cilindro metálico
50		S0443-SU-005	338833	9692552	-
51	S0388	S0388-SU-001	338599	9693326	-
52		S0388-SU-002	338586	9693337	-
53		S0388-SU-003	338569	9693315	-
54		S0388-SU-004	338590	9693316	Coincidente con la ubicación de la referencia R000494.

(-): No aplica

Para la cantidad de puntos establecidos en cada sitio se tomarán muestras a un nivel para verificar la afectación del componente. La profundidad de este nivel se definirá en campo tomando en cuenta los hallazgos durante el muestreo y los antecedentes de cada sitio.

Adicionalmente, se tomarán muestras en un segundo nivel (25 % del total de puntos de muestreo establecidos en cada sitio), las cuales brindarán información preliminar sobre la profundidad de la afectación encontrada en los sitios.

Para el muestreo de identificación del componente suelo se ha considerado un total de 90 muestras, distribuidas entre los puntos de muestreo (1er y 2do nivel), muestras control que se ubicarán fuera de las áreas de los sitios en estudio y a criterio del evaluador; y muestras para control de calidad (muestras duplicados), cuya cantidad será el 10 % del total de la muestras descritas ver Tabla 7.4.

Tabla 7.4. Cantidad de muestras de suelo

Código de sitio	Tipo de muestras		Cantidad de muestras
S0444	Muestras	Primer nivel: 100 % de total de puntos de muestreo.	7
		Segundo nivel: 25 % del total de puntos de muestreo por cada sitio	2
	Muestras control	Fuera del área del sitio	1
	Muestras Duplicado	10 % del total de muestras	1
S0386	Muestras	Primer nivel: 100 % de total de puntos de muestreo.	11
		Segundo nivel: 25 % del total de puntos de muestreo por cada sitio	3
	Muestras control	Fuera del área del sitio	1
	Muestras Duplicado	10 % del total de muestras	2
S0387	Muestras	Primer nivel: 100 % de total de puntos de muestreo.	6
		Segundo nivel: 25 % del total de puntos de muestreo por cada sitio	2
	Muestras control	Fuera del área del sitio	1
	Muestras Duplicado	10 % del total de muestras	1
S0441	Muestras	Primer nivel: 100 % de total de puntos de muestreo.	4
		Segundo nivel: 25 % del total de puntos de muestreo por cada sitio	1
	Muestras control	Fuera del área del sitio	1
	Muestras Duplicado	10 % del total de muestras	1
S0442	Muestras	Primer nivel: 100 % de total de puntos de muestreo.	9
		Segundo nivel: 25 % del total de puntos de muestreo por cada sitio	3
	Muestras control	Fuera del área del sitio	1
	Muestras Duplicado	10 % del total de muestras	2
S0354	Muestras	Primer nivel: 100 % de total de puntos de muestreo.	4
		Segundo nivel: 25 % del total de puntos de muestreo por cada sitio	1
	Muestras control	Fuera del área del sitio	1
	Muestras Duplicado	10 % del total de muestras	1
S0355	Muestras	Primer nivel: 100 % de total de puntos de muestreo.	4
		Segundo nivel: 25 % del total de puntos de muestreo por cada sitio	1
	Muestras control	Fuera del área del sitio	1
	Muestras Duplicado	10 % del total de muestras	1
S0443	Muestras	Primer nivel: 100 % de total de puntos de muestreo.	5
		Segundo nivel: 25 % del total de puntos de muestreo por cada sitio	2
	Muestras control	Fuera del área del sitio	1
	Muestras Duplicado	10 % del total de muestras	1

Código de sitio	Tipo de muestras		Cantidad de muestras
S0388	Muestras	Primer nivel: 100 % de total de puntos de muestreo.	4
		Segundo nivel: 25 % del total de puntos de muestreo por cada sitio	1
	Muestras control	Fuera del área del sitio	1
	Muestras Duplicado	10 % del total de muestras	1
Total de muestras			90

7.1.1.3 Parámetros

Los parámetros a analizar en las muestras de suelo se presentan en la Tabla 7.5.

Tabla 7.5. Parámetros y cantidad de muestras de suelos

N.°	Parámetros	S0444	S0386	S0387	S0441	S0442
1	Fracción de hidrocarburos F1 (C6-C10)	3	4	3	3	4
2	Fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28)	11	17	10	7	15
3	Fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40)	11	17	10	7	15
4	Metales totales (As, Cd, Ba, Hg, Pb)	11	17	10	7	15
5	Cromo hexavalente	11	17	10	7	15
6	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPs)	3	4	3	3	4
7	BTEX	3	4	3	3	4
8	Cloruros	3	4	3	3	4
9	Bario extraíble y total real	-	-	-	-	-

Continuación de la Tabla 7.5

N.°	Parámetros	S0354	S0355	S0443	S0388	Total
1	Fracción de hidrocarburos F1 (C6-C10)	2	2	2	2	25
2	Fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28)	7	7	9	7	90
3	Fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40)	7	7	9	7	90
4	Metales totales (As, Cd, Ba, Hg, Pb)	7	7	9	7	90
5	Cromo hexavalente	7	7	9	7	90
6	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPs)	2	2	2	2	25
7	BTEX	2	2	2	2	25
8	Bario extraíble y total real	-	-	-	-	9

7.1.1.4 Criterios de evaluación

Los resultados obtenidos del análisis de las muestras de suelo serán comparados con los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo, aprobados mediante Decreto Supremo N.° 011-2017-MINAM según el uso que corresponda.

7.1.2 Agua superficial

A continuación, se describe la metodología considerada para realizar la evaluación del agua superficial en el sitio S0388 y en las quebradas de la microcuenca PAS-40.

7.1.2.1 Protocolo de muestreo

El muestreo se realizará tomando en cuenta los lineamientos establecidos en el protocolo nacional, para su posterior análisis por laboratorios acreditados ante el Instituto Nacional de Calidad (Inacal)[11], tal como se detalla en la Tabla 7.6:

Tabla 7.6. Protocolo de muestreo para el componente agua superficial

Componente ambiental	Protocolo	Institución	Dispositivo legal	Año
Agua superficial	Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales	Autoridad Nacional del Agua	Resolución Jefatural N.° 010-2016-ANA	2016

7.1.2.2 Puntos de muestreo

Considerando lo desarrollado en el ítem 6 del modelo conceptual preliminar se tiene que para alguno de los sitios establecidos (fuente secundaria) involucran a cuerpos de agua superficial y sus sedimentos, y se presume que estén afectados por presencia de contaminantes de acuerdo con lo observado en el reconocimiento, en razón de ello se considera necesario el muestreo del agua superficial para complementar la información.

Para determinar el número y ubicación de puntos de muestreo se analizó la información de las actividades de reconocimiento de los sitios, además se tomó en cuenta lo establecido en el protocolo nacional en mención; asimismo, se consideraron los siguientes criterios:

- Ubicación de los focos potenciales de contaminación (fuentes secundarias).
- Posibles rutas de transporte
- Entrevistas y observaciones recopiladas durante las actividades de reconocimiento.

De los 9 sitios considerados para evaluar en el presente PEA, solo se requiere el muestreo de agua superficial para el sitio S0388, en donde se propone 3 puntos de muestreo a fin de determinar la presencia de contaminantes en dicha matriz. Las distribuciones de los puntos de muestreo se presentan en la Tabla 7.7, asimismo se adjunta en el Anexo D.4 su mapa correspondiente.

[11] El Instituto Nacional de Calidad (INACAL) es un Organismo Público Técnico Especializado adscrito al Ministerio de la Producción, es el ente rector y máxima autoridad técnico-normativa del Sistema Nacional para la Calidad. Son competencias del INACAL la normalización, acreditación y metrología, acorde con lo previsto en las normas que regulan las materias respectivas.

Tabla 7.7. Ubicación de los puntos de muestreo de agua superficial para el sitio S0388

N.°	Código sitio	Código OEFA	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 18 M		Descripción
			Este (m)	Norte (m)	
1	S0388	S0388-AS-001	338639	9693295	Para determinar la presencia de posibles contaminantes en el agua superficial en el sitio S0388
2		S0388-AS-002	338590	9693310	Para determinar la presencia de posibles contaminantes en el agua superficial en el sitio S0388
3		S0388-AS-003	338546	9693321	Para determinar la presencia de posibles contaminantes en el agua superficial en el sitio S0388

Nota: Las coordenadas son referenciales y se validarán en campo de acuerdo a la temporalidad del cuerpo de agua durante la evaluación y a criterio del evaluador.

Así también, considerando lo desarrollado en el ítem 6 de modelo conceptual preliminar, en el cual se considera al escurrimiento superficial como un medio de transporte de los diferentes sitios impactados, se ha establecido muestrear algunos puntos en quebradas de la microcuenca a fin de validar el transporte de contaminantes a través de la misma.

Para esto se usó la información de las posibles rutas de escurrimiento generada a través del modelamiento de la red hídrica en base al DEM de Alos Palsar con 12,5 m de resolución, por lo que dicha información no está validada. Los puntos de muestreo propuestos se detallan en la Tabla 7.8.

Tabla 7.8. Ubicación de los puntos de muestreo en quebradas de la microcuenca PAS-40

N.°	Código OEFA	Coordenadas UTM WGS-84 Zona 18 M		Descripción
		Este (m)	Norte (m)	
1	PAS-40-AS-001	339338	9691906	Aforo de la microcuenca. Ubicación deberá ser validado en campo en la medida que ha sido tomado del modelamiento. Si es preciso se reubicará de acuerdo a lo observado en campo.
2	PAS-40-AS-002	338183	9692984	Ubicación deberá ser validado en campo. Si es preciso se reubicará de acuerdo a lo observado en campo.
3	PAS-40-AS-003	338029	9694305	Ubicación deberá ser validado en campo. Si es preciso se reubicará de acuerdo a lo observado en campo.
4	PAS-40-AS-004	338933	9693664	Ubicación deberá ser validado en campo. Si es preciso se reubicará de acuerdo a lo observado en campo.

Nota: Las coordenadas son referenciales y se validarán en campo de acuerdo a la temporalidad del cuerpo de agua durante la evaluación y a criterio del evaluador.

Es preciso indicar que, la ubicación geográfica se definirá en la etapa de ejecución y coincidirá con la toma de muestra de sedimento.

En total para el muestreo del agua superficial se ha considerado un total de 9 muestras, cuyo detalle se muestra en la Tabla 7.9.

Tabla 7.9. Cantidad de muestras de agua superficial

Código de sitio	Tipo de muestras		Cantidad de muestras
S0388	Muestras	100 % de total de puntos de muestreo.	3
	Muestras Duplicado	10 % del total de muestras	1
Quebradas de la microcuenca PAS-40	Muestras	100 % de total de puntos de muestreo.	4
	Muestras Duplicado	10 % del total de muestras	1
Total de muestras			9

Adicionalmente se tomarán 2 muestras para control de calidad: 1 muestra de blanco de campo y 1 muestra de blanco viajero en la microcuenca PAS-40.

7.1.2.3 Parámetros

La selección de los parámetros para agua superficial está relacionada con la actividad hidrocarburífera. En todos los puntos se medirán *in situ* los parámetros de campo: temperatura, potencial de hidrógeno, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto. La Tabla 7.10 presenta los parámetros que serán analizados.

Tabla 7.10. Parámetros y cantidad de muestras de agua superficial

N.°	Parámetros	S0388	Quebradas de la microcuenca PAS-40	Control de calidad*	Total
1	Hidrocarburos totales de petróleo (C10-C40)	3	4	-	7
2	BTEX	3	4	-	7
3	Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs)	3	4	-	7
4	Aceites y grasas	3	4	-	7
5	Metales totales por ICP-MS (incluido Hg)	3	4	4	11
6	Cromo hexavalente	3	4	-	7
7	Temperatura (°C) (parámetro de campo)	3	4	-	7
8	Potencial de hidrógeno (pH) (parámetro de campo)	3	4	-	7
9	Conductividad eléctrica (CE) (µS/cm) (parámetro de campo)	3	4	-	7
10	Oxígeno disuelto (OD) (mg/L) (parámetro de campo)	3	4	-	7

(*): Para el control de calidad se ha considerado tomar 2 muestra duplicado, 1 blanco de campo y 1 blanco viajero.

7.1.2.4 Criterios de evaluación

Los resultados de agua superficial serán comparados con los valores de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua[12] (en adelante, ECA para agua), y teniendo en cuenta que, la tercera disposición complementaria transitoria del ECA para agua, menciona: «En tanto la Autoridad Nacional del Agua no haya asignado una categoría a un determinado cuerpo natural de agua, se debe aplicar la categoría recurso hídrico al que este tributa, previo análisis de dicha Autoridad»; las quebradas de la microcuenca PAS-40 asumirán la clasificación de categoría 4: Conservación del ambiente acuático, del río Pastaza (Código UH 4986), de acuerdo a la Resolución Jefatural N.° 056-2018-ANA; por no encontrarse clasificadas en dicha resolución.

7.1.3 Sedimento

A continuación, se describe la metodología considerada para realizar la evaluación del componente sedimento en la microcuenca PAS-40.

7.1.3.1 Guías de muestreo

La toma de muestras de sedimento se realizará teniendo en cuenta las guías técnicas que se detallan en la Tabla 7.11 y los procedimientos para el muestreo, preservación y conservación de muestras establecidos por el laboratorio acreditado ante el Instituto Nacional de Calidad (Inacal).

[12] Decreto Supremo N.° 004-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. Publicado el 07 de junio de 2017.

Tabla 7.11. Guías técnicas de referencia para el muestreo del componente sedimento

Componente ambiental	Guías	Institución	Año
Sedimento	Procedimiento para muestreo de agua y sedimentos	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial de la República de Colombia	2011
	Procedimiento de Operación Estándar– muestreo de sedimento*	EPA	2003
	Manual técnico, Métodos para colección, almacenamiento y manipulación de sedimento para análisis químicos y toxicológicos**	EPA	2001

(*): Environmental Protection Agency (EPA). Standard Operating Procedure-SOP #2016, Sediment Sampling.
(**): Agencia de protección ambiental EPA: Technical Manual, Methods for Collection, Storage and Manipulation of Sediments for Chemical and Toxicological Analyses. Recuperado de https://clu-in.org/download/contaminantfocus/sediments/methods-for-collection-epa-manual.pdf

7.1.3.2 Puntos de muestreo

Para determinar el número y ubicación de puntos de muestreo se ha considerado la información del modelo conceptual preliminar (ítem 6) y la información de las actividades de reconocimiento. Asimismo, se tomó en cuenta las guías técnicas de referencia para el muestreo de sedimento.

Para el sitio S0388, se propone realizar 3 puntos de muestreo dentro del área de evaluación a fin de determinar la presencia de posibles contaminantes en el sedimento del cuerpo de agua ubicado en área del sitio. La distribución de los puntos de muestreo se presenta en la Tabla 7.12 y su mapa en el Anexo D.5.

Tabla 7.12. Ubicación de los puntos de muestreo de sedimento para el sitio S0388

N.°	Código sitio	Código OEFA	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18M		Descripción
			Este (m)	Norte (m)	
1	S0388	S0388-SED-001	338639	9693295	Para determinar la presencia de posibles contaminantes en los sedimentos en el sitio S0388.
2		S0388-SED-002	338590	9693310	Para determinar la presencia de posibles contaminantes en los sedimentos en el sitio S0388.
3		S0388-SED-003	338546	9693321	Para determinar la presencia de posibles contaminantes en los sedimentos en el sitio S0388.

Nota: Las coordenadas son referenciales y se validarán en campo a criterio del evaluador.

Además, considerando lo desarrollado en el ítem 6 de modelo conceptual preliminar, en el cual se considera al escurrimiento superficial como un medio de transporte de los diferentes sitios impactados, se ha establecido muestrear algunos puntos en quebradas de la microcuenca a fin de validar el transporte de contaminantes a través de la misma. La ubicación de estos puntos de muestreo se detalla en la Tabla 7.13 y su mapa en el Anexo D.5.

Tabla 7.13. Ubicación de los puntos de muestreo en quebradas de la microcuenca PAS-40

N.°	Código	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18M		Observaciones
		Este (m)	Norte (m)	
1	PAS-40-SED-001	339338	9691906	Aforo de la microcuenca. Ubicación deberá ser validado en campo en la medida que ha sido tomado del modelamiento. Si es preciso se reubicará de acuerdo a lo observado en campo.
2	PAS-40-SED-002	338183	9692984	Ubicación deberá ser validado en campo, si es preciso debe reubicar punto de acuerdo a lo observado en campo.
3	PAS-40-SED-003	338029	9694305	Ubicación deberá ser validado en campo, si es preciso debe reubicar punto de acuerdo a lo observado en campo.
4	PAS-40-SED-004	338933	9693664	Ubicación deberá ser validado en campo. Si es preciso se reubicará de acuerdo a lo observado en campo.

Nota: Las coordenadas son referenciales y se validarán en campo a criterio del evaluador.

Para el muestreo de sedimento se ha considerado un total de 7 muestras, cuyo detalle se presenta en la Tabla 7.14.

Tabla 7.14. Cantidad de muestras de sedimentos

Código de sitio	Tipo de muestras		Cantidad de muestras
S0388	Muestras	100 % de total de puntos de muestreo.	3
Quebradas de la microcuenca PAS-40	Muestras	100 % de total de puntos de muestreo.	4
Total de muestras			7

7.1.3.3 Parámetros

Los parámetros considerados para la evaluación de la calidad de sedimento están en relación con la problemática de sitios impactados por actividades de hidrocarburos desarrollada en la microcuenca PAS-40. Las cantidades y parámetros a analizar se presentan en la Tabla 7.15.

Tabla 7.15. Parámetros y cantidad de muestras para sedimento

N.°	Parámetros	S0388	Quebradas de la microcuenca PAS-40	Total
1	Fracción de hidrocarburos F1 (C6-C10)	3	4	7
2	Fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28)	3	4	7
3	Fracción de Hidrocarburos F3 (>C28-C40)	3	4	7
4	Metales totales (incluido mercurio)	3	4	7

7.1.3.4 Criterios de evaluación

Debido a que no se cuenta con normativa nacional, se tomará de manera referencial los Estándares de la Guía de Calidad Ambiental de Canadá-CEQG (*Canadian Quality Guidelines for the Protecction of Aquatic Life*, 2014 para sedimento de agua dulce, que tienen valores para 7 metales.

Los hidrocarburos totales de petróleo (HTP), serán comparados referencialmente con el valor máximo para la protección de la vida acuática y marina en sedimento para las

acciones correctivas basadas en riesgos (Atlantic RBCA, del inglés, *Risk-Based Corrective Action*) para sitios impactados por petróleo en Canadá Atlántica[13] de 2015[14].

7.2 Objetivo específico 2. Evaluar las comunidades hidrobiológicas (macrobentos y peces) en el sitio y la microcuenca PAS-40, cuenca del río Pastaza

La toma de muestras de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos y peces abarcará el cuerpo de agua ubicado en el sitio S0388 y quebradas ubicadas dentro de la microcuenca PAS-40. Estas comunidades hidrobiológicas están directamente relacionadas con las características del agua superficial y sedimento, por tanto, estos resultados se relacionarán con los análisis de dichas comunidades estudiadas.

7.2.1 Guía de muestreo

La metodología aplicada para la evaluación de las comunidades hidrobiológicas en los ambientes continentales, tendrá como base la guía que se detalla en la Tabla 7.16.

La guía establece los criterios técnicos y lineamientos generales que se aplicarán en esta evaluación, como la logística necesaria, el establecimiento de los puntos de muestreo, los materiales y equipos e indumentaria de protección personal, equipos requeridos para la evaluación; así como, el procedimiento para la toma de muestras, preservación, almacenamiento, conservación y transporte.

Tabla 7.16. Guía de referencia para el muestreo para las comunidades hidrobiológicas

Componente ambiental	Autoridad emisora	País	Referencia	Año	Sección
Comunidades hidrobiológicas	Ministerio del Ambiente (Minam)	Perú	Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú*	2014	5.1 Metodología de colecta – bentos (macroinvertebrados)
					6.1 Metodología de colecta – necton (peces)

(*): Elaborado por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM) – Museo de Historia Natural (MHN). 2014. Lima: Ministerio del Ambiente. 75 pp.

7.2.2 Puntos de muestreo

Para la ubicación de los puntos de muestreo de las comunidades hidrobiológicas de macrobentos y peces se considerará las coordenadas UTM de los puntos de agua superficial y sedimentos. Es importante mencionar que, para elegir los puntos de muestreo se tomará en cuenta: la accesibilidad, importancia de uso, caudal del cuerpo de agua, disponibilidad de microhábitat. Los puntos de muestreo se detallan en la Tabla 7.17, Tabla 7.19 y su mapa en el Anexo D.6, y se incluirá la codificación «HB» para la microcuenca PAS-40.

Adicionalmente, se realizará una descripción de cada punto de muestreo registrándose las coordenadas UTM, además del registro fotográfico y la descripción física del ambiente, incluyendo área de muestreo, el tipo de sustrato, tipo y color aparente del agua,

[13] Canadá Atlántica hace referencia a una región de Canadá que comprende cuatro provincias localizadas en la costa atlántica Nuevo Brunswick, Nueva Escocia y la Isla del Príncipe Eduardo.

[14] Tabla 4 del Appendix 2 – User Guidance of Atlantic RBCA Version 3 Ecological Screening Protocol for Petroleum Impacted Sites in Atlantic Canada publicado en julio de 2012 y revisado en enero de 2015. Revisado el 02 de abril de 2020. Disponible en: http://www.atlanticrbca.com/document/atlantic-rbca-user-guidance-revised-january-2015/.

transparencia en centímetros (cm) y profundidad (m). También, se registrará los valores de algunos parámetros fisicoquímicos del agua, tales como potencial de hidrógeno, conductividad eléctrica, temperatura y el oxígeno disuelto.

Tabla 7.17. Ubicación de los puntos de muestreo de comunidades hidrobiológicas para el sitio PAS-40

N.°	Código sitio	Código OEFA	Coordenadas UTM WGS84-Zona 18M		Descripción
			Este (m)	Norte (m)	
1	S0388	S0388-HB-001	338639	9693295	Para determinar la presencia de posibles contaminantes en los sedimentos en el sitio S0388
2		S0388-HB-002	338590	9693310	Para determinar la presencia de posibles contaminantes en los sedimentos en el sitio S0388
3		S0388-HB-003	338546	9693321	Para determinar la presencia de posibles contaminantes en los sedimentos en el sitio S0388

Nota: Las coordenadas son referenciales y se validarán en campo a criterio del evaluador.

Tabla 7.18. Ubicación de punto de muestreo de comunidades hidrobiológicas en quebradas de la microcuenca PAS-40

N.°	Código	Código OEFA	Coordenadas UTM WGS84-Zona 18M		Descripción
			Este (m)	Norte (m)	
1	PAS-40	PAS-40-HB-001	338933	9693664	Ubicación deberá ser validado en campo. Si es preciso se reubicará de acuerdo a lo observado en campo. De la revisión de información se asume que se trata de una zona limpia o poco disturbada que puede servir de blanco para comparación con los sitios impactados.

Nota: Las coordenadas son referenciales y se validarán en campo a criterio del evaluador.

7.2.3 Parámetros a evaluar

Los parámetros que se evaluarán en las comunidades hidrobiológicas: macrobentos y los peces serán composición taxonómica (especies), riqueza de especies, abundancia (número de individuos) y diversidad. Estos parámetros se obtendrán de una evaluación cuantitativa.

Tabla 7.19. Parámetros y cantidad de muestras para las comunidades hidrobiológicas

N.°	Parámetros	Sitio S0388	Quebradas en la microcuenca PAS-40	Total
1	Composición de especies	3	1	4
2	Riqueza de especies (S)	3	1	4
3	Abundancia (N)	3	1	4
4	Diversidad	3	1	4

De forma complementaria se realizará un diagnóstico macroscópico y organoléptico *in situ* del estado de salud/conservación de los peces, moluscos y crustáceos de importancia alimenticia para las poblaciones locales, que serán registradas en una ficha de campo.

7.2.4 Esfuerzo de muestreo

El esfuerzo de muestreo se basará en los procedimientos establecidos por el Minam-MHN (2014)[15], teniendo en cuenta el tipo de ambiente acuático (Tabla 7.20).

Tabla 7.20. Esfuerzo de muestreo para la colecta de comunidades hidrobiológicas

N.°	Comunidad	Técnica de análisis	Método	Esfuerzo de muestreo
1	Macroinvertebrados bentónicos (Macrobentos)	Cuantitativo	Draga Van veen	3 réplicas de área de la draga
2			D-net	1 metro de largo, (0,30 m^2)
3	Peces	Cuantitativo	Red de arrastre	Número de arrastre
4			Red de lance (atarraya)	Número de lances
5			Red de espera	Tiempo en horas
6			Red trasmallo	
7			Red de mano o “cal - cal”	Distancia recorrida o número de intentos
8			Anzuelos y líneas	Tiempo en horas

7.2.5 Criterios de evaluación

En el caso de las comunidades hidrobiológicas no existe un marco normativo que regule su evaluación; por lo tanto, los criterios se basarán principalmente en el análisis comunitario y la comparación del sitio con un área no afectada de la microcuenca (blanco) para así determinar la posible influencia de la presencia de hidrocarburos sobre las comunidades hidrobiológicas.

Los resultados de la evaluación serán comparados con estudios científicos realizados en zonas con características similares a la microcuenca PAS-40. Además, se tomará en cuenta las categorías determinadas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) para la clasificación de especies sobre la base de criterios que determinan su estatus de conservación. Estas categorías son: extinto (EX), extinto en estado silvestre (EW), en peligro crítico (CR), en peligro (EN), vulnerable (VU), casi amenazado (NT), preocupación menor (LC), menor riesgo o casi amenazado (LR), datos insuficientes (DD) y no evaluado (NE). Las especies listadas en las categorías CR, EN y VU se consideran «amenazadas».

Adicionalmente se tomarán datos organolépticos de los organismos colectados y se anotarán en una ficha para poder registrar su estado físico.

7.3 Objetivo específico 3. Establecer las fuentes primarias o secundarias de los sitios de la microcuenca PAS-40, cuenca del río Pastaza

Se realizará un recorrido por los sitios a evaluar: S0386, S0387, S0388, S0354, S0441, S0442, S0355, S0443 y S0444, y se hará un listado de todas las fuentes primarias o secundarias como se describen a continuación:

[15] Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM) – Museo de Historia Natural (MHN). 2014. Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú / Departamento de Limnología, Departamento de Ictiología, Lima: Ministerio del Ambiente. 75 pp.

7.3.1 Fuentes primarias o secundarias

En relación a establecer las fuentes primarias potenciales, el Decreto Supremo N.° 012-2017-MINAM aprueba que a nivel de la fase de identificación se elabore un modelo conceptual, en el cual se incluya las potenciales fuentes primarias que pudieron ser el origen de la afectación de los componentes ambientales involucrados.

Se georreferenciarán las fuentes primarias potenciales; para ello, se recolectará información documental y se validará en campo, que se lista a continuación:

- Ubicación geográfica
- Elevación relativa
- Que producto/compuesto se manejan en la instalación
- Indicar el estado de la instalación; si aún existe o fue retirada en el pasado
- Si la instalación está asociada a algún evento de emergencia ambiental de la base de datos de OEFA

En caso corresponda, se considerará las fuentes secundarias existentes en las inmediaciones de los sitios evaluados.

La información será registrada en la «Ficha para la estimación del nivel de riesgo» en los campos respectivos, la cual se presenta en el Anexo E.

7.4 Objetivo específico 4. Estimar el nivel de riesgo a la salud y al ambiente que representan los sitios de la microcuenca PAS-40, cuenca del río Pastaza

La estimación del nivel de riesgo se realizará a cada sitio de acuerdo a los lineamientos establecidos en la Metodología para la estimación del nivel de riesgo a la salud y al ambiente de sitios impactados aprobada por Resolución de Consejo Directivo N.° 028-2017-OEFA/CD.

Dicha metodología requiere de información para su cálculo, la cual se recogerá durante todo el proceso de identificación desarrollado para cada sitio, tanto en el reconocimiento, la ejecución del plan de evaluación y en gabinete. La Información necesaria será recogida y consolidada en 2 fichas: «Ficha para la estimación del nivel de riesgo» que se muestra en el Anexo E y «Ficha de evaluación de la estimación del nivel de riesgo» (Anexo F), la cual contiene datos como:

- Descripción topográfica.
- Características estacionales del sitio (inundabilidad).
- Descripción de accesos, condiciones de seguridad y facilidades logísticas para el sitio.
- Información del centro poblado más cercano al sitio (población, costumbres, usos del sitio por parte de la población, etc.).
- Actividades actuales e históricas en el sitio.
- Descripción específica del sitio (características organolépticas, estado del ecosistema, presencia de posibles focos primarios o secundarios en el sitio, características litológicas del suelo, posibles usos del sitio, diagramas o croquis).
- Entre otra información contenida en la «Ficha para la estimación del nivel de riesgo».

Es preciso indicar que, la metodología establece 3 indicadores que muestran los riesgos por la presencia de peligros de tipo físico y por la presencia de sustancias contaminantes, tal como se muestra en la Figura 7.1.

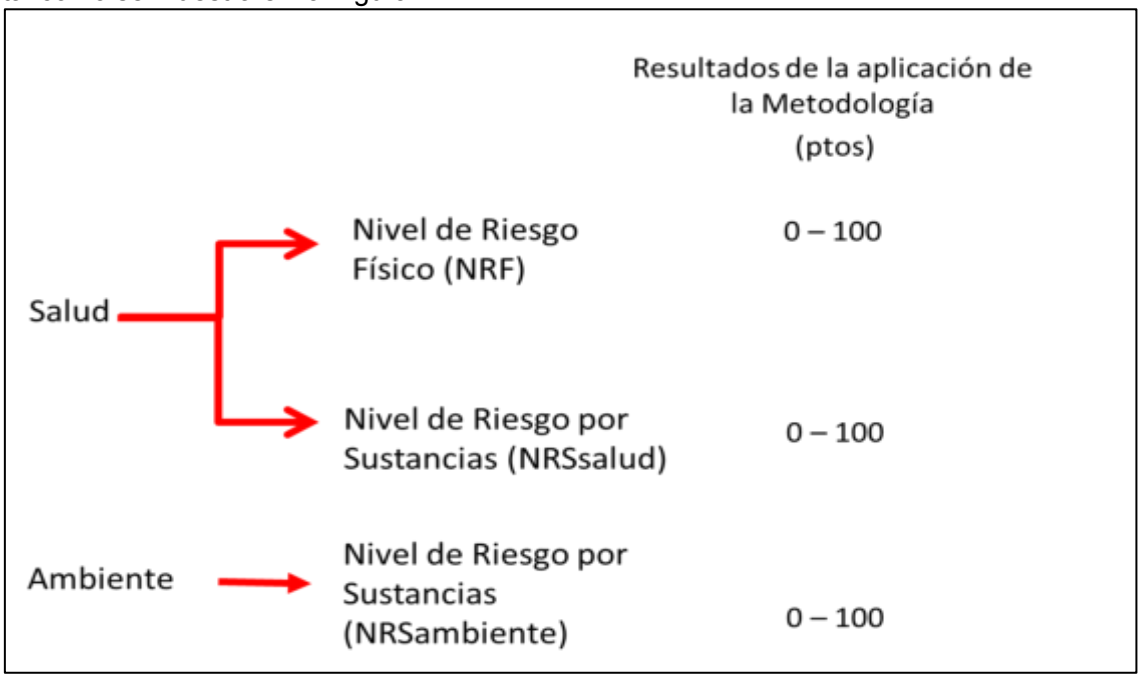


Figura 7.1. Indicadores de riesgos por presencia de peligros de tipo físico y por presencia de sustancias contaminantes

Para la aplicación de la metodología se utilizará la «Ficha de evaluación de la estimación del nivel de riesgo» (Anexo F), que es una hoja de cálculo de Microsoft Excel, la cual está programada con los algoritmos establecidos en la metodología y nos proporcionará los resultados de la aplicación de la misma.

8. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla 8.1. Cronograma de actividades

Actividades			Año			
			Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
Etapa de planificación						
Revisión bibliográfica			X			
Establecer los aspectos administrativos y logísticos previos a la evaluación ambiental			X			
Etapa de ejecución						
Objetivo general: Identificar los sitios impactados por actividades de hidrocarburos ubicados en la microcuenca PAS-40 en el ámbito de la cuenca del río Pastaza, en el marco de la Ley N.° 30321 y su Reglamento	**Objetivo específico 1:** Evaluar la presencia de contaminantes en los componentes ambientales: suelo, agua superficial y sedimento ubicados en los sitios y la microcuenca PAS-40, cuenca del río Pastaza.	Muestreo de suelo		X		
		Muestreo de agua superficial		X		
		Muestreo de sedimento		X		
	Objetivo específico 2: Evaluar las comunidades hidrobiológicas (macrobentos y peces) en el sitio y la microcuenca PAS-40, cuenca del río Pastaza.	Muestreo de macrobentos y peces		X		

Actividades			Año			
			Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4
	Objetivo específico 3: Establecer las fuentes primarias o secundarias de los sitios de la microcuenca PAS-40, cuenca del río Pastaza.	Hacer un listado de todas las fuentes primarias o secundarias		X		
	Objetivo específico 4: Estimar el nivel de riesgo a la salud y al ambiente que representan los sitios de la microcuenca PAS-40, cuenca del río Pastaza.	Recoger información para la aplicación de la metodología del nivel de riesgo a la salud y al ambiente		X		
Etapa de evaluación de los resultados						
Análisis de muestras en laboratorio					X	X
Elaboración del informe de identificación del sitio impactado en la microcuenca PAS-40, que incluye la estimación del nivel de riesgo a la salud y al ambiente					X	X

9. ANEXOS

Anexo A : Antecedentes
Anexo A.1 : Referencias atendidas por la Dirección de Supervisión Ambiental en Energía y Minas
Anexo A.2 : Información analítica reportada en referencias
Anexo B : Información generada por la SSIM
Anexo B.1 : Fichas de reconocimiento de sitios
Anexo B.2 : Informe de visita de reconocimiento del sitio S0147
Anexo B.3 Informe de evaluación ambiental para la identificación del sitio impactado S0167
Anexo C : Descripción de delimitación de microcuencas
Anexo D : Mapas
Anexo D.1 : Mapa de ubicación de la microcuenca PAS-40
Anexo D.2 : Mapa de ubicación de los sitios en la microcuenca PAS-40
Anexo D.3 : Mapa de ubicación de puntos de muestreo de suelo por sitio
Anexo D.4 : Mapa de ubicación de puntos de muestreo de agua superficial
Anexo D.5 : Mapa de ubicación de puntos de muestreo de sedimento
Anexo D.6 : Mapa de ubicación de puntos de muestreo de comunidades hidrobiológicas
Anexo E : Ficha para la estimación del nivel de riesgo
Anexo F : Ficha de evaluación de la estimación del nivel de riesgo
Anexo G : Aspectos logísticos

ANEXO C

Plan de Rehabilitación del Sitio S0104 (Botadero Km 2)

PLAN DE REHABILITACIÓN DEL SITIO IMPACTADO S0104 (BOTADERO KM 2)

Servicio de Consultoría para elaborar los Planes de Rehabilitación de 7 sitios impactados por las actividades de hidrocarburos en la cuenca del río Pastaza

PREPARADO PARA

FONDO NACIONAL DEL AMBIENTE

FONAM
Fondo Nacional del Ambiente - Perú

ELABORADO POR

CONSORCIO ECODES INGENIERIA – VARICHEM DE COLOMBIA

CEV CONSORCIO
Ecodes Ingeniería - Varichem de Colombia

Agosto de 2019

EQUIPO ECODES INGENIERIA – VARICHEM DE COLOMBIA

_____

JAVIER MICHELLI RAMOS
Representante Legal
Consorcio Ecodes Ingeniería Varichem de Colombia

_____

HARLEN OSWALDO GUZMAN VARGAS
Jefe de Equipo
Consorcio Ecodes Ingeniería Varichem de Colombia

_____

DIEGO SIERRA NIÑO
Responsable de Campo
Consorcio Ecodes Ingeniería Varichem de Colombia

_____

RAUL LOAYZA MURO
Especialista Toxicología
Consorcio Ecodes Ingeniería Varichem de Colombia

_____

JUANITO YVAN PEREZ
Especialista Relaciones Comunitarias
Consorcio Ecodes Ingeniería Varichem de Colombia

_____

CRISTIAN MUÑETON LOZANO
Responsable Componente Biótico
Consorcio Ecodes Ingeniería Varichem de Colombia

_____

ATILIO MANUEL OLANO CALDERON
Responsable Información Geográfica
Consorcio Ecodes Ingeniería Varichem de Colombia

_____

CLAUDIA M. VASQUEZ GUITIERREZ
Responsable Alternativas Remediación
Varichem de Colombia

_____

STEFANIA MONTES NARANJO
Responsable Costos y Presupuesto
Varichem de Colombia

_____

KAREN V. RODRIGUEZ HERNANDEZ
Coordinador Técnico Proyecto
Consorcio Ecodes Ingeniería Varichem de Colombia

TABLA DE CONTENIDO

LISTADO DE ACRÓNIMOS 18

GLOSARIO 22

1. DATOS GENERALES 31

1.1. Nombre y Razón Social del responsable que presenta el Plan de Rehabilitación. 31
1.2. Nombre y Firma del Representante Legal (en su caso). 31
1.3. Domicilio para Recibir Notificaciones 31
1.4. Datos de las las empresas (consultoras, laboratorios, etc.) que intervinieron en la elaboración del Plan de Rehabilitación. 31

2. CARACTERISTICAS DEL ÁREA 32

2.1. Ubicación 32
2.2. Descripción de las Condiciones Ambientales geológicas, hidrogeológicas. hidrológicas, topográficas, climáticas, de suelo y cobertura vegetal, entre otras. 33
2.2.1. Geología 33
2.2.2. Hidrogeología 35
2.2.3. Hidrología 36
2.2.4. Topografía 38
2.2.5. Climatología 38
2.2.6. Características del Suelo 44
2.2.7. Cobertura Vegetal 45
2.3. Grupos de Interés (Actores Sociales y Claves) 46
2.3.1 Metodología del Levantamiento de la Información Social 47
2.3.2. Demografía y Población 50
2.3.3. Espacios Educativos 51
2.3.4. Salud 52
2.3.5. Servicios Básicos 53
2.3.6. Comunicación 54
2.3.7. Vías de Transporte 55
2.3.8. Aspectos Económicos 56
2.3.9. Prácticas Culturales 58
2.3.10. Grupo de Interés 59
2.3.11. Aspectos Territoriales que Pueden Afectar la Ejecución del Plan de Rehabilitación 65

3. CARACTERIZACIÓN DEL SITIO IMPACTADO 66

3.1. Antecedentes Históricos del Sitio Impactado por las actividades de hidrocarburos (incluye todos los documentos ambientales). 66
3.1.1. Estudios Previos Consultados 66
3.2. Uso Actual del Área 67
3.3. Características del Entorno fuentes asociados a las actividades de hidrocarburos, focos, vías de propagación, otros aspectos relevantes del entorno de los sitios impactados y el listado de residuos existentes (entiéndase equipos obsoletos, restos de equipos o tuberías y similares). 68
3.4. Fuentes de Contaminación asociadas a fugas, derrames visibles, zonas de tanques de combustibles, insumos químicos, pozos, tuberías, pozas de lodos petroleros, áreas de almacenamiento de sustancias, residuos y otras fuentes, productos de las actividades de hidrocarburos e identificación de aspectos que contribuyen a la degradación ambiental. 70
3.4.1. Posibles Focos de Contaminación 70
3.5. Método para la Caracterización del Sitio Impactado 71
3.5.1. Diseño Plan de Muestreo en Detalle y Alcance 72
3.5.2. Descripción del Trabajo de Campo 114
3.5.3. Materiales y Aspectos Logísticos 152
3.5.4. Custodia y Procedimientos de Aseguramiento de la Calidad de los resultados, aplicando las guías, protocolos emitidos por las autoridades respectivas. 156
3.6. Descripción de los Resultados de Campo y Laboratorio 157

3.6.1. Descripción de los Resultados de Campo y Laboratorio de Suelos 157
3.6.2. Descripción de los Resultados de Campo y Laboratorio para Aguas Subterráneas ... 169
3.6.3. Descripción de los Resultados de Campo y Laboratorio de Aguas Superficiales 181
3.6.4. Descripción de los Resultados de Campo y Laboratorio de Sedimentos 187
3.6.5. Descripción de los Resultados de Campo y Laboratorio del Componente Hidrobiológico 190
3.6.6. Descripción de los Resultados de Campo y Laboratorio del Componente Biótico 193
3.7. Interpretación de Resultados 222
3.7.1. Interpretación de Resultados de Suelos 222
3.7.2. Interpretación de los Resultados de Aguas Subterráneas 241
3.7.3. Interpretación de Resultados de Aguas Superficial 248
3.7.4. Interpretación de los Resultados de Sedimentos 255
3.7.5. Interpretación de los Resultados del Componente Hidrobiológico 262
3.7.6. Interpretación de los Resultados del Componente Biótico 270
3.8. Delimitación del Sitio Impactado (Técnico y Topográfico) y Estimación de Áreas y Volúmenes 276
3.8.1. Sondeos para Delimitación de las Áreas 276
3.8.2. Estimación de Áreas y Volúmenes 279
3.9. Desarrollo del Modelo Conceptual Inicial 282
3.9.1. Fuentes de los Contaminantes 282
3.9.2. Potenciales Receptores de la Contaminación 284
3.9.3. Potenciales Rutas y Vías de Exposición (Mecanismos de Transporte) 286
3.9.4. Posible Migración de los Contaminantes de un Medio Físico a Otro 287
3.9.5. Factores que Modifican el Efecto de los Contaminantes sobre los Receptores 288
3.9.6. Otros Factores Diferentes a los Contaminantes Evaluados 289
3.9.7. Resultados de Campo 289
3.10. Interpretación de los Resultados 293
3.10.1. Determinación de los Contaminantes 293
3.10.2. Aspectos que Contribuyen a la Degradación Ambiental 294
3.11. Base de Información en el Sistema Informático respectivo 294

4. EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS Y/O RIESGOS PARA EL AMBIENTE Y LA SALUD DE LA PERSONA 295

4.1. Definición del Problema 295
4.1.1. Descripción de las Características Naturales del Sitio Impactado 295
4.1.2. Origen de la Contaminación 295
4.1.3. Identificación de los Contaminantes 296
4.2. Peligros Identificados a través del Modelo Conceptual Inicial 300
4.2.1. Determinación de los Contaminantes de Preocupación (CP) 300
4.2.2. Peligros Identificados a través del Modelo Conceptual Inicial 305
4.3. Evaluación de la Toxicidad de los CP 311
4.3.1. Toxicidad para los Seres Humanos 312
4.3.2. Toxicidad para Receptores Ecológicos 314
4.4. Evaluación de la Exposición 318
4.4.1. Caracterización de los Receptores y Escenarios de Exposición 318
4.4.2. Cálculo de la Dosis de Exposición y Riesgo para la Salud Humana 320
4.4.3. Salud Ambiental 324
4.5. Rutas y Vías de Exposición (Mecanismos de Transporte) de los Contaminantes Asociados a las Actividades de Hidrocarburos 325
4.5.1. Identificación de Rutas y Vías de Exposición 325
4.6. Posible Migración de los Contaminantes de un Medio Físico a Otro 325
4.6.1. Fracciones de Hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40) en Suelo 325
4.6.2. Metales Pesados (Arsénico, Cadmio y Plomo) en Suelo 326
4.6.3. HTP (C9-C40) en Sedimentos 326
4.7. Factores que Modifican el Efecto de los Contaminantes sobre los Receptores 327
4.8. Otros Factores de Estrés Diferentes a los Contaminantes Evaluados 328

4.9. Factores Culturales y Sociales 328
4.9.1. Metodología del Levantamiento de la Información Social 329
4.9.2. Demografía y Población 332
4.9.3. Espacios Educativos 333
4.9.4. Salud 334
4.9.5. Servicios Básicos 335
4.9.6. Comunicación 337
4.9.7. Vías de Transporte 337
4.9.8. Aspectos Económicos 338
4.9.9. Prácticas Culturales 341
4.9.10. Grupo de Interés 342
4.10. Análisis de Riesgo en el Ambiente y la Salud de las Personas según Guía de Evaluación de Riesgos para la Salud y el Ambiente (ERSA) de MINAM 347
4.10.1. Caracterización del Riesgo para Seres Humanos 348
4.10.2. Caracterización del Riesgo Ecológico 364
4.10.3. Caracterización del Riesgo para Recursos Naturales Abióticos 366
4.11. Análisis de Incertidumbres Incluyendo los Aspectos Relacionados a los Costos Estimados 367
4.11.1. Incertidumbres Asociadas al Modelo Conceptual 368
4.11.2. Incertidumbres Asociadas a la Caracterización del Sitio 368
4.11.3. Incertidumbres sobre los Efectos de los Contaminantes 369
4.11.4. Incertidumbres Relativas al Análisis de la Exposición 369
4.12. Determinación de los Niveles de Remediación Específicos (para humanos y receptores ecológicos). 369
4.12.1. Niveles de Remediación para el Escenario Humano 369
4.12.2. Niveles de Remediación para el Escenario Ecológico 370
4.12.3. Nivel de Remediación para Proteger los Recursos Naturales Abióticos 371
4.13. Conclusiones y Recomendaciones 374

5. ACCIONES DE REMEDIACIÓN Y REHABILITACIÓN 377

5.1. Objetivos Generales y Específicos de la rehabilitacion del sitio considerando los resultados del ERSA, y factores socioculturales de las poblaciones locales. 377
5.1.1. Objetivo General 377
5.1.2. Objetivos Específicos 377
5.2. Justificación 377
5.3. Propuesta de Uso Futuro del Sitio Impactado, en función de las consideraciones técnicas posibles y la vocación del suelo intrínsecamente, incluyendo el uso actual y el proyectado. 378
5.4. Alcance de la Rehabilitación 378
5.5. Descripción y Análisis de las Alternativas de Remediación 379
5.5.1. Descripción de las Alternativas de Remediación 379
5.5.2. Análisis de Alternativas de Remediación en base a una matriz de selección de tecnologías con criterios económicos, ambientales y sociales, incluyendo si al aplicarla requiere transportar equipos y demás aspectos claves para su puesta en marcha. 390
5.5.3. Resultados de Ensayos de Laboratorio y/o Ensayo Piloto Similares 409
5.5.4. Análisis de Costo/Efectividad de las Posibles Alternativas 413
5.5.5. Propuesta Seleccionada de Acciones de Remediación 422
5.5.6. Análisis de los Riesgos Operacionales para la ejecución de las actividades y en concordancia con la experiencia en campo. 439
5.5.7. Lista de Alternativa de Remediación Aplicable 445
5.6. Planificación detallada de la alternativa seleccionada 445
5.6.1. Superficie y volumen a remediar y rehabilitar de acuerdo al objetivo definido. 446
5.6.2. Descripción de las Acciones de Remediación y rehabilitación que correspondan. 451
5.6.3. Descripción de Insumos, y mano de obra, así como los costos necesarios. 471
5.6.4. Descripción de las Actividades de Ingeniería a ejecutar por la empresa remediadora 482
5.6.5. Descripción de los Residuos y/o Emisiones 486
5.7. Plan de Manejo Ambiental 486

5.7.1. Introducción 486
5.7.2. Objetivos 487
5.7.3. Alcance 487
5.7.4. Plan de Habilitación de Campamentos 487
5.7.5. Plan de Transporte Terrestre, Aéreo y Fluvial 490
5.7.6. Plan de Control de Ruidos y Emisiones 496
5.7.7. Plan de Manejo de Aguas Residuales Domésticas y Manejo de Lixiviados 498
5.7.8. Plan de Manejo de Sustancias Peligrosas y Residuos Peligrosos 503
5.7.9. Plan de Desbosque y Revegetación 505
5.8. Plan de Manejo de Residuos 516
5.8.1. Introducción 516
5.8.2. Objetivos 516
5.8.3. Alcance 516
5.8.4. Desarrollo del Plan 517
5.8.5. Manejo de Residuos Sólidos 519
5.9. Plan de Control y Monitoreo En la Ejecución de las Medidas de Remediación y Rehabilitación 521
5.9.1. Objetivos 521
5.9.2. Alcance 522
5.9.3. Plan de Control durante la ejecución de las medidas de remediación 522
5.9.4. Plan de Monitoreo durante la ejecución de las medidas de remediación 525
5.9.5. Monitoreo Medio Biótico 536
5.9.6. Mediciones y Controles en Seguridad e Higiene Ocupacional 540
5.10. Plan de Muestreo de Comprobación o Verificación 542
5.10.1. Objetivos 542
5.10.2. Alcance 543
5.10.3. Muestreo de Comprobación para Suelos 543
5.11. Cronograma y Presupuestos de las actividades de remediación y rehabilitación ambiental, incluyendo las especificaciones técnicas, costos y actividades de ejecución de obra. 546
5.12. Plan de Monitoreo Post Ejecución de Obra 547
5.12.1. Plan de Monitoreo de Suelo 547
5.12.2. Proceso de Monitoreo de Restauración Ecológica 547
5.12.3. Monitoreo del Proceso de Recuperación desde el Componente Fauna 551
5.12.4. Medidas de Abandono 552
5.13. Matriz de Beneficios de los Impactos Sociales 553
5.14. Base de Datos Sistematizada de las Atenciones Dadas por Consulta en el Proceso de Elaboración a las Poblaciones Locales. 556

BIBLIOGRAFÍA 566

LISTA DE TABLAS

Tabla 1-1. Empresas Participantes en el Estudio de Consultoría 31
Tabla 2-1. Ubicación Geográfica del Sitio Impactado 32
Tabla 2-2. Estaciones Meteorológicas Cercanas 39
Tabla 2-3. Dirección y Velocidad Media de los Vientos en la Estación Trompeteros 43
Tabla 2-4. Contenido Ficha Comunal 47
Tabla 2-5. Ubicación del Sitio Respecto a la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir 50
Tabla 2-6. Distribución de Población Escolar y Características de Instituciones Educativas 52
Tabla 2-7. Enfermedades Tratadas en Puesto de Salud Nuevo Andoas 53
Tabla 2-8. Medios de Comunicación en la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir 55
Tabla 2-9. Consejo Directivo de FEDIQUEP 63
Tabla 2-10. Funciones, Roles y Responsabilidades de las Autoridades y Líderes Indígenas 63
Tabla 2-11. Información de la empresa Comunal ECOPOR 64
Tabla 3-1. Antecedentes Históricos 66
Tabla 3-2. Estudios Previos Consultados 67
Tabla 3-3. Resultados Obtenidos en el Informe 017-2017-OEFA DE SDCA 67
Tabla 3-4. Área de Potencial Interés del sitio S0104 (Botadero km 2) 67
Tabla 3-5. Características del Entorno 69
Tabla 3-6. Ubicación de las Fuentes que Contribuyen a la Degradación Ambiental 70
Tabla 3-7. Posibles Focos de Contaminación 71
Tabla 3-8. Modelo Conceptual Preliminar 71
Tabla 3-9. Marco Legal Nacional Vigente para el Proyecto 74
Tabla 3-10. Marco de Referencia para el Proyecto 75
Tabla 3-11. Normas Técnicas de Referencia para el Proyecto 76
Tabla 3-12. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo 77
Tabla 3-13. Valores para Bario en Sitios con Presencia de Baritina 77
Tabla 3-14. Método de Análisis, Límites de Detección Empleados por Laboratorios y Estándares de Calidad para Suelo 78
Tabla 3-15. Punto de Muestreo de Nivel de Fondo 81
Tabla 3-16. Puntos de Muestreo de Suelo en Época Húmeda 82
Tabla 3-17. Puntos de Muestreo de Suelo en Época Seca 83
Tabla 3-18. Número Total de Muestras por Parámetro de Suelo en Función a la Profundidad 84
Tabla 3-19. Estándares de Calidad Ambiental para Agua Subterránea de la Norma Holandesa 87
Tabla 3-20. Método de Análisis, Límites de Detección Empleados por Laboratorios y Estándares de Calidad de Agua Subterránea 88
Tabla 3-21. Puntos de Muestreo de Agua Subterránea 91
Tabla 3-22. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático, E2: Ríos de la Selva 92
Tabla 3-23. Método de Análisis, Límites de Detección Empleados por el Laboratorio y Estándares de Calidad de Agua Superficial 93
Tabla 3-24. Puntos de Muestreo de Agua Superficial 95
Tabla 3-25. Estándares de Calidad Ambiental para Sedimentos 96
Tabla 3-26. Método de Análisis, Límites de Detección Empleados por Laboratorios y Estándares de Calidad de Sedimentos 97
Tabla 3-27. Puntos de Muestreo de Sedimentos 99
Tabla 3-28. Estaciones de Monitoreo Hidrobiológico 99
Tabla 3-29. Transectos de Referencia para Muestreo de Fauna 102
Tabla 3-30. Técnicas de Referencia para Muestreo de Fauna 102
Tabla 3-31. Categorías Regeneración Natural 109
Tabla 3-32. Parcelas de Muestreo de Flora 112
Tabla 3-33. Recursos Humanos Necesarios 113
Tabla 3-34. Recursos Logísticos Necesarios 114
Tabla 3-35. Puntos de Muestreo de Suelo realizados en Época Húmeda 115
Tabla 3-36. Puntos de Muestreo de Suelo Realizados en Época Seca 115
Tabla 3-37. Puntos y estaciones de muestreo con profundidad 118

Tabla 3-38. Muestras Modificadas para la Matriz de Suelo 121
Tabla 3-39. Parámetros Adicionales para Suelo 122
Tabla 3-40. Muestras Modificadas para Nivel de Fondo 122
Tabla 3-41. Puntos Adicionales para Suelo 122
Tabla 3-42. Parámetro Evaluado con Equipo PID 123
Tabla 3-43. Puntos de Muestreo de Agua Superficial Realizados en Épocas Seca y Húmeda 125
Tabla 3-44. Parámetros Evaluados con Multiparámetro 128
Tabla 3-45. Evaluación Sondeo Eléctrico Vertical – SEV en el Sitio S0104 (Botadero km 2) 130
Tabla 3-46. Perforación Pozo Exploratorio 131
Tabla 3-47. Puntos de Muestreo de Agua Subterránea Realizados en Épocas Seca y Húmeda 133
Tabla 3-48. Equipos de Medición Agua Subterránea 135
Tabla 3-49. Puntos de Muestreo de Sedimentos Realizados en Época Seca 136
Tabla 3-50. Muestras Modificadas para la Matriz de Sedimentos 139
Tabla 3-51. Localización Parcelas 140
Tabla 3-52. Estación de Muestreo Hidrobiología Realizadas 147
Tabla 3-53. Código de Punto de Muestreo Modificado Matriz de Hidrobiología 152
Tabla 3-54. Materiales Usados en las dos Épocas 152
Tabla 3-55. Equipos Usados en las dos Épocas 152
Tabla 3-56. Fechas Relevantes en el Proceso de Logística - Época Húmeda 155
Tabla 3-57. Fechas Relevantes en el Proceso de Logística - Época Seca 155
Tabla 3-58. Controles de Calidad 157
Tabla 3-59. Valores de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV's) en Suelo, Medidos *in situ* 158
Tabla 3-60. Concentración de Fracciones de Hidrocarburos F2 y F3 en Niveles de Fondo 160
Tabla 3-61. Concentración de Metales Totales (As, Ba, Cd, Cr, Hg, Pb) en Niveles de Fondo 160
Tabla 3-62. Resultados de Granulometría para el Sitio S0104 (Botadero Km 2) 161
Tabla 3-63. pH en Suelos 162
Tabla 3-64. Valores de Parámetros Orgánicos Regulados por el ECA de Suelos 164
Tabla 3-65. Valores de Parámetros Orgánicos para Suelos, regulados por Normas Internacionales 165
Tabla 3-66. Concentración de Metales Totales Regulados por el ECA de Suelos 166
Tabla 3-67. Concentración de Metales Totales por TCLP 168
Tabla 3-68. Coordenadas de los Sondeos Eléctricos Verticales 169
Tabla 3-69. Datos de las Perforaciones Exploratorias, para el Sitio S0104 (Botadero km 2) 171
Tabla 3-70. Perfil Litológico del Pozo Exploratorio, S0104-PZ-01 173
Tabla 3-71. Perfil Litológico del Pozo Exploratorio, S0104-PZ-02 174
Tabla 3-72. Perfil Litológico del Pozo Exploratorio, S0104-PZ-03 175
Tabla 3-73. Características y Descripción de Piezómetros 178
Tabla 3-74. Parámetros de Agua Subterránea medidos *in situ* 179
Tabla 3-75. Concentración de Cloruros en Agua Subterránea 180
Tabla 3-76. Concentración de Compuestos Orgánicos: HTP, BTEX, PCB en Agua Subterránea 180
Tabla 3-77. Concentración de Compuestos Orgánicos PAH's 180
Tabla 3-78. Concentración de Metales Totales (As, Ba, Cd, Cr, Cr VI, Hg, Pb) en Agua Subterránea 180
Tabla 3-79. Concentración de Metales Totales Disueltos (As, Ba, Cd, Cr, Hg y Pb) en Agua Subterránea 181
Tabla 3-80. Parámetros Físico Químicos en Aguas Superficiales: Conductividad, Oxígeno Disuelto, pH, Potencial Óxido-Reducción, Temperatura de Muestra y Turbidez 184
Tabla 3-81. Concentración de Aceites y Grasas, Cloruros, Fenoles y Sulfuros 184
Tabla 3-82. Valores de Parámetros Orgánicos Regulados por el ECA para Agua Superficial 185
Tabla 3-83. Valores de Parámetros Orgánicos de Agua Superficial Regulados por Normas Internacionales 185
Tabla 3-84. Valores de Parámetros Orgánicos de Agua Superficial Regulados por Normas Internacionales 186
Tabla 3-85. Concentración de Metales Totales Regulados por el ECA para Agua Superficial 186
Tabla 3-86. Valores de PID en Sedimentos para el Sitio S0104 (Botadero km 2) 187
Tabla 3-87. Textura de los Sedimentos 188

Tabla 3-88. Potencial de Hidrógeno 188
Tabla 3-89. Concentración de BTEX y HTP en Sedimentos 189
Tabla 3-90. Concentración de PAH en Sedimentos 189
Tabla 3-91. Metales Totales en Sedimentos 190
Tabla 3-92. Parámetros Medidos *In Situ* Época Húmeda y Seca 190
Tabla 3-93. Composición Taxonómica de Fitoplancton 191
Tabla 3-94. Composición Taxonómica de Zooplancton 191
Tabla 3-95. Composición Taxonómica de Perifiton 192
Tabla 3-96. Composición Taxonómica Macrobentos 192
Tabla 3-97. Composición Florística del Bosque Secundario de Terraza 194
Tabla 3-98. Índices de Valor de Importancia para cada una de las Especies Reportadas en el Inventario de Bosques Secundarios de Terraza del Sitio S0104 (Botadero Km 2) 198
Tabla 3-99. Distribución Diamétrica de los Bosques Secundarios de Terraza del Sitio S0104 (Botadero Km 2) 200
Tabla 3-100. Índices de Diversidad Bosque Secundarios de Terraza 201
Tabla 3-101. Índices de Regeneración Natural de los Bosques Asociados 201
Tabla 3-102. Especies de Epifitas Vasculares Encontradas en el Área de Estudio 203
Tabla 3-103. Resultados de los Análisis Foliares para Metales Pesados 207
Tabla 3-104. Esfuerzo de Muestreo Fauna Silvestre 208
Tabla 3-105. Especies de Fauna Silvestre Encontradas en Sitio S0104 (Botadero km 2) 211
Tabla 3-106. Índices de diversidad de fauna en Sitio S0104 (Botadero km 2) 220
Tabla 3-107. Especies Amenazadas del Sitio S0104 (Botadero km 2) 221
Tabla 3-108. Resultados de Niveles de Fondo del Informe de OEFA (mg/kg) 224
Tabla 3-109. Concentración de metales pesados en tejidos foliares 272
Tabla 3-110. Estimación de Áreas y Volúmenes de Suelo a Intervenir 281
Tabla 3-111. Caracterización y Ponderación de los Focos de Contaminación 283
Tabla 3-112. Focos Potenciales del Sitio S0104 (Botadero km 2) 283
Tabla 3-113. Mecanismos de Transporte 286
Tabla 3-114. Efecto de los Contaminantes sobre los Receptores en el Sitio S0104 (Botadero km 2) 288
Tabla 3-115. Resultados que Sobrepasan los Estándares de Calidad Ambiental en Suelo 289
Tabla 3-116. Resultados que Sobrepasan la Normatividad Ambiental para Sedimentos 289
Tabla 3-117. Modelo Conceptual del Sitio S0104 (Botadero km 2) 290
Tabla 4-1. Fuentes de contaminación. 296
Tabla 4-2. Focos de contaminación. 296
Tabla 4-3. Contaminantes Identificados en Suelo 296
Tabla 4-4. Contaminantes Identificados en Sedimentos 296
Tabla 4-5. Concentración de Metales Pesados en Tejidos Foliares 298
Tabla 4-6. Contaminantes de Preocupación para la Matriz de Suelo con Valores de Referencia 302
Tabla 4-7. Contaminantes de Preocupación para la Matriz de Sedimento con Valores de Referencia 303
Tabla 4-8. Contaminantes de Preocupación en Tejidos Vegetales 304
Tabla 4-9. Resumen de los Peligros Identificados a través del Modelo Conceptual (MC) 310
Tabla 4-10. NOEC y EC_{50} de HTP (Fluoranteno) sobre Especies Representativas del Ecosistema Terrestre 315
Tabla 4-11 NOEC o EC_{50} de Arsénico Sobre Especies Representativas de Ecosistema Terrestre 315
Tabla 4-12. NOEC o EC_{50} de Cadmio sobre Especies Representativas de Ecosistema Terrestre 316
Tabla 4-13. NOEC o EC_{50} de Cromo sobre Especies Representativas de Ecosistema Terrestre 317
Tabla 4-14. NOEC o EC_{50} de Plomo sobre Especies Representativas de Ecosistema Terrestre 318
Tabla 4-15. Valores estimados para ingesta de tejidos vegetales contaminados para el Escenario 1 (pobladores locales) 318
Tabla 4-16. Valores Estimados para Ingesta de Suelos y Sedimentos Contaminados para el Escenario 2 (cazadores) 319
Tabla 4-17. Valores Estimados para Contacto Dérmico de Suelos y Sedimentos Contaminados para el Escenario 2 (cazadores) 319

Tabla 4-18. Factor de Biodisponibilidad (o Tasa de Absorción por Ingesta) y Fracción de Absorción Dermal de los CP Identificados por Matriz de Contaminación 320
Tabla 4-19. Factor de Pendiente de Cáncer de los CP Identificados para el Cálculo de Riesgo Cancerígeno por Matriz de Contaminación 323
Tabla 4-20. Dosis de Referencia de los CP Identificados para el Cálculo de Riesgo No Cancerígeno por Matriz de Contaminación 323
Tabla 4-21. Interpretación de Resultados para Determinar el Riesgo Ecológico (RQ) 324
Tabla 4-22. Factores que Modifica el Efecto de los Contaminantes sobre los Receptores 327
Tabla 4-23. Contenido Ficha Comunal 329
Tabla 4-24. Ubicación del Sitio Respecto a la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir 332
Tabla 4-25. Distribución de Población Escolar y Características de Instituciones Educativas 334
Tabla 4-26. Enfermedades Tratadas en Puesto de Salud "Nuevo Andoas" 335
Tabla 4-27. Medios de Comunicación en la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir 337
Tabla 4-28. Consejo Directivo de FEDIQUEP 345
Tabla 4-29. Funciones, Roles y Responsabilidades de las Autoridades y Líderes Indígenas 346
Tabla 4-30. Información de la empresa Comunal ECOPOR 347
Tabla 4-31. Vías de exposición para los escenarios considerados 348
Tabla 4-32. Rangos de Valores de IR_T con su Respectiva Interpretación 348
Tabla 4-33. Resumen de Resultados para el Cálculo de Riesgo Cancerígeno para el Escenario 1, Vía Ingesta de Tejidos Vegetales Contaminados 351
Tabla 4-34. Resumen de Resultados para el Cálculo de Riesgo Cancerígeno para Escenario 2, Vía Ingesta y Contacto Dérmico de Suelos Contaminados 354
Tabla 4-35. Resumen del Cálculo del Índice de Riesgo Total (IR_T) para el escenario 1 y 2, por Vía de Exposición de Ingesta y Contacto Dérmico para las Matrices de Contaminación Evaluadas 355
Tabla 4-36. Criterio de riesgo no cancerígeno en la salud humana. 356
Tabla 4-37. Resumen de Resultados para el Cálculo de Riesgo No Cancerígeno para el Escenario 1, Vía Ingesta de Tejidos Vegetales Contaminados 358
Tabla 4-38. Resumen de Resultados del Cálculo del Riesgo No Cancerígeno para el Escenario 2, Vía Ingesta y Contacto Dérmico de Suelos Contaminados 360
Tabla 4-39. Resumen de Resultados del Cálculo del Riesgo No-Cancerígeno para el Escenario 2 Vía Ingesta y contacto dérmico de Sedimentos 362
Tabla 4-40. Resumen del Cálculo del Índice de Peligrosidad Total (IP_T) para el escenario 1 y 2, por Vía de Exposición de Ingesta y Contacto Dérmico para las Matrices de Contaminación Evaluadas 363
Tabla 4-41. Resumen de Valores de Referencia de Especies Terrestres Expuestas a CP en Suelos Contaminados para el Cálculo del Riesgo para Ecosistemas 365
Tabla 4-42. Resumen de Valores de Referencia de Especies de Plantas Expuestas a CP en Suelos Contaminados para el Cálculo del Riesgo para Ecosistemas 365
Tabla 4-43. Resumen de Valores de Referencia de Especies Terrestres Expuestas a CP en Sedimentos Contaminados para el Cálculo del Riesgo para Ecosistemas 365
Tabla 4-44. Resumen del Cálculo del Riesgo Ecológico (RQ) de cada CP para Especies Terrestres y Vegetales para cada Matriz 366
Tabla 4-45. Incertidumbres establecidas para la cuenca Pastaza 367
Tabla 4-46. Niveles de Reducción de los Contaminantes de Preocupación para Suelo 373
Tabla 5-1. Descripción de las Técnicas de Remediación Aplicables al Sitio S0104 (Botadero Km 2) 380
Tabla 5-2. Descripción de la Técnica de Remediación para Sedimentos Aplicable al Sitio S0104 (Botadero Km 2) 388
Tabla 5-3. Contaminantes Identificados en el Suelo en el Sitio S0104 (Botadero Km 2) 390
Tabla 5-4. Contaminante de Preocupación para el Suelo del Sitio S0104 (Botadero Km 2) 390
Tabla 5-5. Tecnologías de Remediación Analizadas en la Fase Inicial 391
Tabla 5-6. Tecnologías de Remediación resultantes de la Fase Inicial 392
Tabla 5-7. Criterios/Subcriterios con Escalas de Calificación 393
Tabla 5-8. Matriz Técnica de Selección de Alternativas para Contaminación por Hidrocarburos 396
Tabla 5-9. Matriz Técnica de Selección de Alternativas para Contaminación por Metales Pesados. 398
Tabla 5-10. Matriz de Selección de Tecnologías de Remediación de Contaminación por Hidrocarburos totales de Petroleo 400

Tabla 5-11. Matriz de Selección de Tecnologías de Remediación de Contaminación por Metales Pesados 402
Tabla 5-12. Contaminantes Identificados para Sedimentos en el Sitio S0104 (Botadero Km 2) 404
Tabla 5-13 Contaminante de Preocupación para el Suelo del Sitio S0104 (Botadero Km 2) 405
Tabla 5-14. Técnicas de Remediación de Sedimentos Analizadas en la Fase Inicial 405
Tabla 5-15. Ventajas y Desventajas de las Alternativas de Sedimentos Seleccionadas 406
Tabla 5-16. Matriz de Selección de Tecnologías de Remediación de Contaminación por Hidrocarburos Totales de Petróleo 407
Tabla 5-17. Identificación de Flujos de Informacion para el ACE 415
Tabla 5-18. VPN para cada una de las Alternativas (Valores en Soles S/) para Hidrocarburos 416
Tabla 5-19. VPN para cada una de las Alternativas (Valores en Soles S/) para Hidrocarburos 417
Tabla 5-20. Porcentaje de Efectividad en Cuanto a la Remoción de Contaminantes para Hidrocarburos 417
Tabla 5-21. Porcentaje de Efectividad en Cuanto a la Remoción de Contaminantes para Metales Pesados 418
Tabla 5-22. Costo Efectividad Medio (CEM) para Hidrocarburos 418
Tabla 5-23. Costo Efectividad Medio (CEM) para Metales Pesados 419
Tabla 5-24. Resultado de la Metodología de Análisis de Partidas para Hidrocarburos 419
Tabla 5-25. Resultado de la Metodología de Análisis de Partidas para Metales Pesados 419
Tabla 5-26. Parámetros Fisicoquímicos Ideales para Bioestimulación Enzimática 426
Tabla 5-27. Resultados de Granulometría del Sitio S0104 (Botadero Km 2) 434
Tabla 5-28. Resultados de Potencial de Hidrógeno (pH) en Suelo del Sitio S0104 (Botadero Km 2) 434
Tabla 5-29. Posibles Riesgos Operacionales Identificados en las Actividades de Remediación 440
Tabla 5-30. Riesgos Operacionales en la Ejecución de la Remediación para Remoción de Residuos 444
Tabla 5-31. Lista de Alternativas de Remediación Aplicables 445
Tabla 5-32. Estimulación de volúmenes por el Software AutoCAD Civil 3D 447
Tabla 5-33. Volúmenes y Superficies de suelo a remediar en el sitio S0104 (Botadero Km 2) 450
Tabla 5-34. Volúmenes y Superficies de Residuos S0104 (Botadero Km 2) 450
Tabla 5-35. Volúmenes y Superficies de Sedimentos del Sitio S0104 (Botadero Km 2) 451
Tabla 5-36. Volumen de Material Contaminado y Costo Total del Tratamiento 472
Tabla 5-37. Variables Consideradas en la Estimación del Salario para el Personal 475
Tabla 5-38. Valor Económico del Salario para la Mano de Obra Directa Bioestimulación Enzimática + Solidificación 476
Tabla 5-39. Valor Económico del Salario para la Mano de Obra Directa Fase Operativa Solidificación 476
Tabla 5-40. Presupuesto de la Administración y Logística 477
Tabla 5-41. Presupuesto de Maquinaria para Bioestimulación Enzimática 479
Tabla 5-42. Presupuesto de Maquinaria para la Técnica de Solidificación 479
Tabla 5-43. Presupuesto de Insumos / Otros (Bioestimulación Enzimática) 479
Tabla 5-44. Presupuesto de Insumos / Otros (Técnica de Solidificación Fase Operativa) 480
Tabla 5-45. Presupuesto de Consumibles Bioestimulación Enzimática 481
Tabla 5-46. Presupuesto de Consumibles Técnica de Solidificación 481
Tabla 5-47. Gestión de Residuos Sólidos 481
Tabla 5-48. Costo Total del Proyecto 482
Tabla 5-49. Acciones a Implementar: Personal y Vehículos 491
Tabla 5-50. Materiales de Talud 503
Tabla 5-51. Código de Colores 517
Tabla 5-52. Ubicación Área para Muestreo de Monitoreo en el área Excavada 528
Tabla 5-53. Parámetros Fisicoquímicos y Frecuencia a Monitorear 529
Tabla 5-54. Parámetros, Método de Análisis, Límites de Detección y Estándares de Calidad 530
Tabla 5-55. Parámetros y Frecuencia de Monitoreo en Sedimentos 533
Tabla 5-56. Metodologías de Análisis y Límites de Detección para Sedimentos 533
Tabla 5-57. Ubicación de Estaciones de Monitoreo en Sedimentos 533
Tabla 5-58. Parámetros y frecuencia de monitoreo en aguas superficiales 534

Tabla 5-59. Estaciones de Muestreo Agua Superficial 534
Tabla 5-60. Parámetros y frecuencia de monitoreo en agua subterránea..... 535
Tabla 5-61. Metodologías de análisis y límites de detección para agua subterránea 535
Tabla 5-62. Ubicación de la estación de monitoreo de agua subterránea 536
Tabla 5-63. Coordenadas de los Transectos de Referencia para el Muestreo de Fauna 539
Tabla 5-64. Coordenadas de Referencia para el Muestreo de Fauna 540
Tabla 5-65. Ubicación y Frecuencia del Monitoreo de Ruido..... 541
Tabla 5-66. Método de Análisis, Límites de Detección Empleados por Laboratorios y Niveles objetivo de Remediación..... 543
Tabla 5-67. Puntos de Muestreo de Comprobación de Acuerdo a los Parámetros Físico-Químicos Criterio 544
Tabla 5-68. Puntos de Muestreo de Comprobación de Acuerdo a los Parámetros Físico-Químicos Criterio 545
Tabla 5-69. Sugerencia de algunos Indicadores Biofísicos para el Monitoreo..... 550
Tabla 5-70 Matriz de Beneficios Sociales de Nuevo Porvenir..... 554
Tabla 5-71. Base de Datos Sistematizada de Consultas de la Comunidad Nuevo Porvenir. 557

LISTA DE FIGURAS

Figura 2-1. Ubicación General Sitio S0104 (Botadero Km 2)....32
Figura 2-2. Mapa Geológico Regional del S0104 (Botadero Km 2) 34
Figura 2-3. Leyenda Geología Regional del S0104 (Botadero Km 2) 34
Figura 2-4. Hidrogeología en el sitio S0104 (Botadero Km 2) 35
Figura 2-5. Época de Creciente y Vaciante de los Principales Ríos de la Amazonia Peruana 37
Figura 2-6. Régimen Hidrológico del Rio Pastaza y Marañón....37
Figura 2-7. Ubicación de Cuerpos de Agua Superficiales 38
Figura 2-8. Precipitación Mensual en la Estación Meteorológica Andoas....40
Figura 2-9. Distribución Espacial y Temporal de la Climatológica de Precipitación en la Cuenca Pastaza 40
Figura 2-10. Precipitación Media Multianual Estación Andoas 2007-2017....41
Figura 2-11. Precipitación Mensual Multianual Pastaza 41
Figura 2-12. Precipitación Media Multianual Estación Nuevo Rocafuerte 42
Figura 2-13. Dirección Predominante del Viento Promedio en la Estación Trompeteros....43
Figura 2-14. Capacidad de Uso Mayor del Suelo en el Sitio S0104 (Botadero km 2)....44
Figura 2-15. Zonas de Vida en el Sitio S0104 (Botadero Km 2) 46
Figura 2-16. Identificación de Actores Sociales de la Comunidad Nativa de Nuevo Porvenir 60
Figura 3-1. Vista Panorámica de los Elementos del Entorno 69
Figura 3-2. Mapa Guía para llegar al Sitio S0104 (Botadero Km 2)....74
Figura 3-3. Transecto Herpetofauna y Parcelas 101
Figura 3-4. Distribución Redes de Niebla por Área Muestreada 101
Figura 3-5. Distribución Trampas Tomahawk por Área Estudiada 102
Figura 3-6. Modelo de las Parcelas de Muestreo 104
Figura 3-7. Secuencia Lógica para toma de Datos en la Fase de Campo....106
Figura 3-8. Recomendaciones para la Medición del Diámetro en Árboles Deformados, Bifurcados e Inclinados 108
Figura 3-9. Puntos de Muestreos de Suelo realizados en Época Seca y Húmeda 120
Figura 3-10. Puntos de Muestreo de Agua Superficial realizados en Época Húmeda 126
Figura 3-11. Grafico del diseño del piezómetro 133
Figura 3-12. Puntos de Muestreo de Agua Subterránea realizados en época Húmeda y Seca....134
Figura 3-13. Puntos Muestreo Sedimentos realizados en Época Seca menos húmeda....138
Figura 3-14. Parcelas del componente Flora 142
Figura 3-15. Transectos Componentes Fauna 147
Figura 3-16. Estaciones de Muestreo Hidrobiológico realizado en Épocas Húmeda y Seca 151
Figura 3-17. Ubicación de SEV para el Sitio S0104 (Botadero km 2)....170
Figura 3-18. Ubicación de los Pozos Exploratorios y del Piezómetro....172
Figura 3-19. Diseño del Piezómetro S0104-PZ-02....177
Figura 3-20. Ubicación del Piezómetro 178
Figura 3-21. Cuerpos hídricos del Sitio S0104 (Botadero km 2) 182
Figura 3-22. Representatividad de Las Familias en los Bosques Secundarios de Terraza del Sitio S0104 (Botadero Km 2) 196
Figura 3-23. Estratificación de Ogawa en Bosques Secundarios de Terraza del Sitio S0104 (Botadero Km 2)....197
Figura 3-24. IVI en Bosques Secundarios de Terraza del Sitio S0104 (Botadero Km 2) 198
Figura 3-25. Distribución Diamétrica en Bosques Secundarios de Terraza Del Sitio S0104 (Botadero Km 2)....200
Figura 3-26. Índice de regeneración natural de los bosques asociados....203
Figura 3-27. Curva de Acumulación de Aves 209
Figura 3-28. Curva de Acumulación de Anfibios....210
Figura 3-29. Curva de Acumulación Mamíferos....211
Figura 3-30. Composición de Riqueza de Herpetofauna, en Fauna....213
Figura 3-31. Abundancia de Anfibios – Sitio S0104 (Botadero km2) 213
Figura 3-32. Reptiles registrados – Sitio S014 (Botadero km 2)....215
Figura 3-33. Riqueza de Aves – Sitio S0104 (Botadero km 2)....216
Figura 3-34. Abundancia de Aves en Sitio S0104 (Botadero km 2)....217

Figura 3-35. Mamíferos registrados en Sitio S0104 (Botadero km 2) 218
Figura 3-36. Abundancia de mamíferos – Sitio S0104 (Botadero km 2) 219
Figura 3-37. Concentración de la Fracción de Hidrocarburos F2 y F3 en el Nivel de Fondo de Suelo 222
Figura 3-38. Concentración de Metales Totales en el Nivel de Fondo en Suelo 223
Figura 3-39. Resultado de Muestreo de Suelos 224
Figura 3-40. pH del suelo 225
Figura 3-41. Concentración de Fracción de Hidrocarburos F2 (>C10-C28) en Suelo 226
Figura 3-42. Isoconcentración de la Fracción de Hidrocarburos F2 (>C10-C28) en Suelo 227
Figura 3-43. Concentración de la Fracción de Hidrocarburos F3 (>C28-C40) en Suelo 228
Figura 3-44. Isoconcentración de la Fracción de Hidrocarburos F3 (>C28-C40) en Suelo 229
Figura 3-45. Concentración del Arsénico (As) en Suelo 231
Figura 3-46. Isoconcentración de Arsénico (As) en Suelo 232
Figura 3-47. Concentración de Bario en Suelo 233
Figura 3-48. Concentración de Cadmio (Cd) en Suelo 234
Figura 3-49. Isoconcentración de Cadmio (Cd) en Suelo 235
Figura 3-50. Concentración de Cromo (Cr) en Suelo 236
Figura 3-51. Concentración de Cromo Hexavalente (Cr) en Suelo 237
Figura 3-52. Concentración de Mercurio en Suelo 237
Figura 3-53. Concentración de Plomo (Pb) en Suelo 238
Figura 3-54. Isoconcentración de Plomo (Pb) en Suelo 239
Figura 3-55. Concentración de Hidrocarburos Totales de Petróleo en Agua Subterránea 243
Figura 3-56. Concentración de Bario en Agua Subterránea 246
Figura 3-57. Concentración de Cadmio en Agua Subterránea 246
Figura 3-58. Resultado de Muestreo de Agua Superficial 248
Figura 3-59. pH del Agua Superficial 249
Figura 3-60. Temperatura del Agua Superficial 250
Figura 3-61. Conductividad del Agua Superficial 250
Figura 3-62. Concentración de Oxígeno Disuelto en Agua Superficial 251
Figura 3-63. Concentración de Cloruros en Agua Superficial 252
Figura 3-64. Concentración de Bario (Ba) en Agua Superficial 254
Figura 3-65. pH en Sedimentos 256
Figura 3-66. Concentración de Hidrocarburos Totales de Petróleo en Sedimentos 257
Figura 3-67. Concentración de Bario, Bario Extraíble y Bario Total Verdadero en Sedimentos 258
Figura 3-68. Concentración de Cromo (Cr) en Sedimentos 259
Figura 3-69. Concentración de Plomo (Pb) en Sedimentos 260
Figura 3-70. Concentración de Mercurio (Hg) en Sedimentos 261
Figura 3-71. Resultado de Muestreo de Sedimentos 262
Figura 3-72. Comparación de Valores de Abundancia (N) de fitoplancton 263
Figura 3-73. Comparación de Valores de Abundancia (N) de Zooplancton 263
Figura 3-74. Comparación de Valores de Abundancia (N) de Perifiton 264
Figura 3-75. Comparación de Valores de Abundancia (N) de Macrozoobentos 265
Figura 3-76. Riqueza (d) de Fitoplancton 266
Figura 3-77. Riqueza (d) de Zooplancton 266
Figura 3-78. Riqueza (d) de Perifiton 267
Figura 3-79. Riqueza (d) de Macrobentos 267
Figura 3-80. Diversidad (H') de Fitoplancton 268
Figura 3-81. Diversidad (H') de Zooplancton 268
Figura 3-82. Diversidad (H') de Perifiton 269
Figura 3-83. Diversidad (H') de Macrobentos 269
Figura 3-84. Área Delimitada del Sitio S0104 (Botadero km 2) 278
Figura 3-85. Seccionamiento de Áreas 280
Figura 3-86. Cálculo de Volúmenes 280
Figura 3-87. Representación Áreas del Sitio Impactado y Volúmenes de Suelo a Remediar 281
Figura 3-88. Mapa de Focos Potenciales de Contaminación del Sitio S0104 (Botadero km 2) 284
Figura 3-89. Representación Gráfica del Modelo Conceptual Sitio S0104 (Botadero km 2) 293

Figura 4-1. Modelo Conceptual Sitio S0104 (Botadero km 2) 309
Figura 4-2. Representación Gráfica del Modelo Conceptual Sitio S0104 (Botadero km 2) 310
Figura 4-3. Identificación de Actores Sociales de la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir 342
Figura 5-1. Criterio de Análisis para el CEM 414
Figura 5-2. Análisis del CEM para Hidrocarburos 420
Figura 5-3. Análisis del CEM para metales Pesados 421
Figura 5-4. Diagrama de Flujo de Bioestimulación Enzimática 423
Figura 5-5. Proceso de Bioestimulación Enzimática y Solidificación *ex situ – on site* 428
Figura 5-6. Proceso de Solidificación *ex situ* para el Sitio Impactado S0104 (Botadero Km 2) 436
Figura 5-7. Extracción de Sedimentos con Diques de Contención 438
Figura 5-8. Distribución de Nivel de Riesgo para la técnica de Remediación. 439
Figura 5-9. Distribución del Nivel de Riesgo para Remoción de Residuos 443
Figura 5-10. Zonas Contaminadas Identificadas en el sitio S0104 (Botadero Km 2) 447
Figura 5-11. Cilindro de Profundidad para determinación de Volúmenes 449
Figura 5-12. Distribución General de un Botadero 449
Figura 5-13. Zonas Identificadas con Sedimentos Contaminadas en el Sitio S0104 (Botadero Km 2) 451
Figura 5-14. Zonas de acopio y tratamiento del Sitio S0104 (Botadero Km 2) 452
Figura 5-15. Actividades antes de la Aplicación de las Técnicas de Bioestimulación Enzimática + Solidificación 460
Figura 5-16. Operaciones durante la Aplicación de la Técnica de Bioestimulación Enzimática + Solidificación 462
Figura 5-17. Zona de Tratamiento para el Tratamiento del Suelo 463
Figura 5-18. Zona de Tratamiento para el Tratamiento de Sedimentos 464
Figura 5-19. Operaciones durante la Aplicación de la Técnica de Solidificación *ex situ – on site* 468
Figura 5-20. Operaciones durante la Aplicación de la Técnica de Bioestimulación enzimática + Solidificación *ex situ* 469
Figura 5-21. Distribución Porcentual del Presupuesto en Función de las Fases de Operación de las Técnicas de Bioestimulación Enzimática y Solidificación 472
Figura 5-22. Distribuciones de Costos Agregados por Tipo de Presupuestos 473
Figura 5-23. Distribuciones de Costos por Tipo de Presupuestos en Función de las Fases 474
Figura 5-24. Necesidades Financieras para la Implementación de las Alternativas 475
Figura 5-25. Distribución Costos de Insumos, Maquinaria y Equipos 478
Figura 5-26. Diagrama del Campamento Base 483
Figura 5-27. Ubicación del Campamento Base 484
Figura 5-28. Ubicación del Desembarcadero de la Comunidad Nuevo Andoas 485
Figura 5-29. Esquema Típico de Trampa de Grasas 500
Figura 5-30. Esquema del sistema de Tratamiento de Aguas Residuales 500
Figura 5-31.Canaleta perimetral vista frontal 503
Figura 5-32. Señales de Prohibición y Advertencia 505
Figura 5-33. Dimensiones del Vivero Temporal 509
Figura 5-34. Esquema del proceso de restauración ecológica 510
Figura 5-35. Sucesión Ecológica 511
Figura 5-36. Componentes bióticos del suelo 511
Figura 5-37. Estrategias para el manejo de erosión en suelos desnudos 513
Figura 5-38. Arreglo circular florístico 514
Figura 5-39. Refugio para fauna 514
Figura 5-40. Perchas para aves 514
Figura 5-41 Trayectorias Sucesionales 515
Figura 5-42. Depósito de Suelo Separado 523
Figura 5-43. Muestreo compuesto 526
Figura 5-44. Ruta de Trabajo para el Monitoreo de Recuperación del Componente Fauna 537
Figura 5-45. Distribución Redes de Niebla por Área Muestreada 538
Figura 5-46. Distribución Trampas Tomahawk por Área Estudiada 539
Figura 5-47. Localización de puntos de muestreo en el área de excavación regular: forma de cuadrado. 544

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 2-1. Entrevista con el APU y Junta Directiva 49
Fotografía 3-1. Colaborador de la Comunidad Nativa 105
Fotografía 3-2. Recolección Manual de Muestra para Herbario 110
Fotografía 3-3. Recolección con Extensión Telescópica de Muestra para Herbario 110
Fotografía 3-4. Muestreo con Barreno Manual, en el sitio S0104 (Botadero km 2) 116
Fotografía 3-5. Excavación con Retroexcavadora 117
Fotografía 3-6. Muestreo de Suelo en Calicata 117
Fotografía 3-7. Determinación Anomalías (Residuos) con Equipo Georadar 124
Fotografía 3-8. Toma de Muestra Agua Superficial – Época Húmeda 127
Fotografía 3-9. Punto de Muestreo de Agua Superficial - Época Seca 128
Fotografía 3-10. Medición de Parámetros de Campo 129
Fotografía 3-11. Equipo Sondeo eléctrico Vertical 130
Fotografía 3-12. Perforación con Equipo Helicoidal 131
Fotografía 3-13. Muestreo de Agua Subterránea 135
Fotografía 3-14. Medición de Parámetros de Agua Subterránea en Campo 136
Fotografía 3-15. Medición de Parámetros de Sedimentos en Campo 137
Fotografía 3-16. Georreferenciación de Parcela 29 140
Fotografía 3-17. Georreferenciación de la Colecta de Tejido Vegetal 141
Fotografía 3-18. Parcelas para Captura de Individuos 144
Fotografía 3-19. Distribución Redes de Niebla por Área Muestreada 144
Fotografía 3-20. Evaluación de las especies por área Estudiada 145
Fotografía 3-21. Cámara Trampa Instalada 145
Fotografía 3-22. Estación de Muestreo Hidrobiológicos 150
Fotografía 3-23. Técnicas de Muestreo de Necton (Peces) 150
Fotografía 3-24. Embarcación Transporte de Muestras 153
Fotografía 3-25. Dispositivo Medición de Temperatura e Ice Pack 154
Fotografía 3-26. Conservadora y Refrigerador 154
Fotografía 3-27. Especies de liliopsida epifita 205
Fotografía 3-28. Especie de liliopsida epifita 205
Fotografía 3-29. Especie de magnoliopsida epifita 205
Fotografía 3-30. Especie de magnoliopsida epifita 205
Fotografía 3-31. Especie de polypodiopsida epifita 205
Fotografía 3-32. Especie de polypodiopsida epifita 205
Fotografía 3-33 *Rhinella margaritifera* 214
Fotografía 3-34. *Allobates sp* 214
Fotografía 3-35. *Alopoglossus angulatus* 215
Fotografía 3-36. *Anolis fuscoauratus* 216
Fotografía 3-37. Ave, Especie *Manacus manacus* 217
Fotografía 3-38. *Machaeropterus regulus* 218
Fotografía 3-39. *Hylaeamys sp* 219
Fotografía 3-40. *Cuniculus paca* 220
Fotografía 4-1. Residuos Industriales Enterrados y Superficiales 305
Fotografía 4-2. Focos de Suelo muestreo Época Seca 306
Fotografía 4-3. Foco de Sedimento Muestreo Época Seca 307
Fotografía 4-4. Entrevista con el APU y Junta Directiva 331
Fotografía 5-1. Construcción de Zonas de Tratamiento 464
Fotografía 5-2. Oxigenación mecánica de la biocelda. 466

ANEXOS

Anexo 6.1: Planos, mapas y gráficos didácticos para el entendimiento de las poblaciones locales.
Anexo 6.2: Mapas de ubicación (generales, por cuencas y microcuencas).
Anexo 6.3: Planos detallados del sitio y/o grupo de sitios.
Anexo 6.4: Mapas con la ubicación de los puntos de muestreo (suelo, agua, sedimentos, u otros del Plan de muestreo de detalle).
Anexo 6.4.1: Mapas con los resultados del muestreo de suelo, diferenciado por tipo de contaminante y para diferentes profundidades del suelo.
Anexo 6.4.2: Mapas con los resultados de muestreo aguas subterráneas, superficiales y sedimentos.
Anexo 6.4.3: Mapas de las zonas a intervenir con las acciones de rehabilitación.
Anexo 6.4.4: Planos con propuestas de infraestructuras de soporte para la remediación.
Anexo 6.5: Documentación del muestreo de detalle.
Anexo 6.5.1: Documentación del plan de muestreo.
Anexo 6.5.2: Documentación del muestreo.
Anexo 6.6: Tablas y representación gráfica de resultados.
Anexo 6.7: Memoria fotográfica del sitio y de los trabajos efectuados (caracterización).
Anexo 6.8: Documentos sobre procedimientos administrativos (MINEM, OEFA, SENACE u otros).
Anexo 6.9: Hoja de datos de seguridad de materiales.
Anexo 6.10: Informes de ensayos de laboratorio.
Anexo 6.11: Estudios técnicos básicos y específicos (topográficos, hidrológicos, precipitaciones y otros de soporte para las obras de ingeniería). Otros según corresponda.
Anexo 6.11.1: Estudio Georradar.
Anexo 6.11.2: Estudio Sondeo Eléctrico Vertical.
Anexo 6.11.3: Estudio Geoquímica.
Anexo 6.11.4: Calculo volúmenes.
Anexo 6.11.5: Cálculos del ERSA.
Anexo 6.11.6: Matriz de selección de alternativas.
Anexo 6.11.7: Antecedentes.
Anexo 6.11.8: Análisis de NPK.
Anexo 6.11.9: Matriz de riesgos operacionales.
Anexo 6.11.10: Cronograma y costos
Anexo 6.12: Soportes componente social.
Anexo 6.12.1: Fase de reconocimiento.
Anexo 6.12.2: Actas de Reuniones.
Anexo 6.13: Base de datos sistematizada de atención a consultas.
Anexo 6.14: Geo Data Base – GBD.

LISTADO DE ACRÓNIMOS

°C: Grado Celsius
µS: Micro Siemens
ANA: Autoridad Nacional del Agua
APAFA: Asociación de Padres de Familia
APHA: American Public Health Association
API: Área potencial de Interés.
As: Arsénico
ASTM: American Society for Testing and Materials, en español Sociedad Americana para Pruebas y Materiales
AWWA: American Water Works Association
Ba: Bario
Btb: Bosque de terraza baja
BTEX: Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xilenos
CAP: Circunferencia a la Altura del Pecho
CC.NN: Comunidades Nativas
CCME: Canadian Council of Ministers of the Environment
Cd: Cadmio
CdP $_{(b, c,...)}$: Cocientes de peligrosidad calculados de los otros contaminantes dentro de la misma vía de exposición.
CE: Conductividad Eléctrica
CE_{50}: Concentración efectiva media
CEBA: Centros de Educación Básica Alternativa
CEE: concentración de exposición esperada
CEV: Consorcio Ecodes Ingeniería –Varichem de Colombia
CIC: Capacidad de Intercambio Catiónico
CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres
CL_{50}: Concentración Letal Media
CODEX: Normativa del Código Alimentario de la FAO/OMS
COVs: Compuestos Orgánicos Volátiles
CP: Contaminantes de Preocupación
Cr VI: Cromo hexavalente
C_s: Concentración de contaminantes en suelos
D.S.: Decreto Supremo
DA_{evento}: Dosis absorbido por contacto dérmico
DAP: Diámetro altura del pecho
DdR: Dosis de Referencia
DdR_{DER}: Dosis de Referencia por contacto dermal
DdR_{ING}: Dosis de Referencia por ingestión
DdR_{INH}: Dosis de Referencia por inhalación
DE: Dosis de exposición
DE_{DER}: Dosis de Exposición por contacto dérmico
DE_{ia}: Dosis de exposición de la sustancia a través del alimento
DE_{DER}: Dosis de exposición Contacto Dermal
DE_{ING}: Dosis de exposición por ingestión
DE_{INH}: Dosis de exposición por inhalación
delta-ALAD: Ácido delta-aminolevulínico deshidratasa
DHHS: Departamento de Salud y Servicios Humanos
DIN: Deutsches Institut für Normung, en español Instituto Alemán de Estandarización.
DL_{50}: Dosis Letal Media
DuE: Duración de la exposición
DUP: Duplicado de campo
EB: Blanco de equipo
ECA: Estándares de Calidad Ambiental

ECHA: European Chemicals Agency
EDA: Enfermedades Diarreicas Agudas
EIB: Educación Intercultural Bilingüe
EPA: Environmental Protection Agency, en español Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos)
ERSA: Estudio de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente
ESCALE: Estadística de la calidad Educativa
ESRI: Environmental Systems Research Institute
FA_{der}: Fracción de Absorción Dermal
FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FAP: Factor de adherencia a la piel
FBD_{ing}: Tasa de absorción gastrointestinal del contaminante
FC: Factor volumétrico de conversión
FDP: Factor de pendiente
FEDIQUEP: Federación Indígena Quechua del Pastaza
FONAM: Fondo Nacional del Ambiente
FPC: Factor de Pendiente de Cáncer
FPC_{DER}: Factor de pendiente de cáncer por contacto dérmico
FPC_{ING}: Factor de pendiente de cáncer por ingestión
FrE: Frecuencia de la Exposición
Fr_{evento}: Frecuencia del evento
FRU: Factor de riesgo unitario
FU: Factor de conversión de Unidades
GABA: ácido gamma-aminobutírico
GDB: Geodatabase
GOREL: Gobierno Regional de Loreto
GPS: Sistema de Posicionamiento Global
Ha: Hectárea
Hg: Mercurio
HNSIR: Hipoacusia Neurosensorial Inducida por Ruido.
HSEQ: Quality, Health, Safety & Environment, en español Calidad, Salud, Seguridad y Ambiente.
HTP: Hidrocarburos totales de petróleo
I.E.: Institución Educativa
IARC: Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer
INACAL: Instituto Nacional de la Calidad
INAMHI: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador
INEI: Instituto Nacional de Estadística e Informática
INGEMMET: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico
IP_j: El índice de peligro integral
$IP_{Objetivo}$: Índice de Peligrosidad Objetivo
IP_T: cociente de peligrosidad
IRA: Infecciones Respiratorias Agudas
IRi: Índice de riesgo individual
IRj: Índice de riesgo integral
$IR_{OBJETIVO}$: Índice de riesgo Objetivo
IR_T: índice de riesgo total
ISO: International Organization for Standardization
ISQG: Interim Sediment Quality Guidelines
IVI: Índice de valor de importancia ecológica
kg: Kilogramo
Koc: Coeficiente de Carbono Orgánico
L: Litro
LNAPL: Light Non-Aqueous Phase Liquid, en español Líquido de fase ligera no acuosa
MC: Modelo Conceptual
mg: Miligramo
MIDIS: Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social

MINAM: Ministerio de Ambiente
MINEDU: Ministerio de Educación
MINEM: Ministerio de Energía y Minas
MINSA: Ministerio de Salud
MP: Incluye alguno de los metales pesados (As, Cd, Cr, Hg, Pb, entre otros)
MPR: maximun permissible risk
MS: Materia Seca
mS: Mili Siemens
msnm: Metros sobre el Nivel del Mar
mV: Milivoltios
NEC: concentración que no causa efectos sobre los organismos
NOEC: Concentración efectiva no observable
NRE: Nivel de Remediación Específico
NTU: Nephelometric Turbidity Unit, en español Unidad de medición para la turbidez
OD: Oxígeno disuelto
OEFA: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
OMS: Organización Mundial de la Salud
ONERN: Oficina Nacional de la Evaluación de Recursos Naturales
ONG: Organización No Gubernamental
ORP: Oxydation Reduction Potencial (Potencial de óxido reducción)
OXY: Occidental Corporation del Perú
PAHs: Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos
PAMA: Programa de Adecuación y Manejo Ambiental
PAP: Perímetro a la altura del pecho
Pb: Plomo
PC: Peso corporal
PCB: Bifenilos policlorados
PEL: Probable Effect Level
pH: Potencial de hidrógeno
PID: detector de fotoionización
PPN: Pluspetrol Norte S.A.
PPM: partes por millón
PS: Peso seco
PTE_M: Periodo de tiempo durante la exposición
PVE: Programas de Vigilancia Epidemiológica.
QA: Quality Assurance (Aseguramiento de la Calidad)
QC: Quality control (Control de Calidad)
R.M.: Resolución Ministerial
RAIS: The Risk Assessment Information System
RBCA: Risk-Based Corrective Action
REDOX: Reacciones de oxidación-reducción
RQ: riesgo ecológico calculado
SANIPES: Organismo Nacional de Sanidad pesquera
SEHINAV: Servicio de Hidrografía y Navegación de la Amazonia
SENAMHI: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
SEV: Sondeo Eléctrico Vertical
SMEWW: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater
SPD_{Der}: Superficie de la piel disponible para contacto
SUCS: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
TCLP: Toxity Characteristic Leaching Procedure (Procedimiento para determinar la toxicidad por lixiviación)
TI_{ing}: Tasa de Ingestión (mg/d)
UCL95: Límite Superior del Intervalo de Confianza Unilateral del 95% de la Media Aritmética
UE: Unión Europea
UGEL: Unidad de Gestión Educativa Local
UI: Interfaz de Usuario.

UICN: Unión Internacional de la Conservación de la Naturaleza
USEPA: Agencia de Protección de los Estados Unidos de Norteamérica
UTM: Universal Transverse Mercator
VEMA: Valores de Evaluación de Medios Ambientales
VES: búsqueda por encuentro visual
VLR: Valores Límites de Referencia Internacionales

GLOSARIO

Absorción: Proceso por el cual una sustancia tóxica atraviesa las membranas de las células de un organismo a través de la piel, pulmones, tracto digestivo o branquias y luego es transportado hacia otros órganos. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Acuífero: Cualquier formación geológica o conjunto de formaciones geológicas hidráulicamente conectados entre sí, por las que circulan o se almacenan aguas del subsuelo que pueden ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento y cuyos límites laterales y verticales se definen convencionalmente para fines de evaluación, manejo y administración de las aguas nacionales del subsuelo. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Adición de enmiendas: Adición de sustancias orgánicas e inorgánicas y mezcla de las mismas con los horizontes del suelo para transformar contaminantes (Ortiz, Irene et al., 2007).

Agua subterránea: Se consideran aguas subterráneas las que, dentro del ciclo hidrológico, se encuentran en la etapa de circulación o almacenadas debajo de la superficie del terreno y dentro del medio poroso, fracturas de las rocas u otras formaciones geológicas, que para su extracción y utilización se requiere la realización de obras específicas. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Aguajal: Se conoce como aguajales a las áreas pantanosas, permanentemente inundadas, donde crece la palmera aguaje (*Mauritia flexuosa*) en formaciones puras y mezcladas con otras palmeras y árboles diversos. (MINAM, Mapa de Cobertura Vegetal, 2015).

Alternativa/tecnología de Remediación: Implica cualquier operación unitaria o serie de operaciones unitarias que altera la composición de una sustancia peligrosa o contaminante a través de acciones químicas, físicas o biológicas de manera que reduzcan la toxicidad, movilidad o volumen del material contaminado. (EPA, 2001).

Análisis Costo Efectividad: Implica comparar los costos de los productos de un proyecto, estos costos deben incluir el valor total demandado por el proyecto a lo largo de su vida útil siento así, este producto determina la alternativa más eficiente para alcanzar el objetivo que se evalúa. (Evaluación de proyectos sociales, Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y social, 1990).

Área de Potencial Interés: Extensión de terreno sobre el que se realizarán efectivamente las labores de muestreo. Se trata de áreas identificadas durante la Fase de Identificación en las cuales existe alguna evidencia de potencial contaminación del suelo. (Guía para la elaboración de planes de descontaminación de suelos, Ministerio del Ambiente, 2014).

Autoridad competente: Entidad del Estado del nivel nacional, regional o local que con arreglo a sus atribuciones y según lo disponga su normativa específica ejerce competencia en materia de evaluación de impacto ambiental, en el marco de lo establecido por la Ley N° 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental, su Reglamento aprobado por D.S. N° 019-2009-MINAM, y demás disposiciones complementarias o modificatorias. (Guía para la elaboración de planes de descontaminación de suelos, Ministerio del Ambiente, 2014).

Baritina: Se le denomina así al sulfato de Bario, el cual es un densificante más utilizado en lodos de perforación (Lecturas Sobre Lodos de Perforación, Sierra M. 2000).

Bioacumulación: Concentración resultante acumulada en el ambiente o en los tejidos de organismos a partir de la incorporación, distribución y eliminación de contaminantes obtenidos por todas las rutas

de exposición por ejemplo por aire, agua, suelo, sedimento y alimento. (Guía para la elaboración de planes de descontaminación de suelos, Ministerio del Ambiente, 2014).

Bioceldas o Biopilas: Consiste en apilar el suelo contaminado en montones o pilas sucesivas y se estimula la actividad microbiana aerobia mediante aireación, forzando la circulación de aire mediante su inyección o extracción a través de conductos perforados emplazados dentro de la pila de material y adición de nutrientes, minerales y agua, obteniendo la degradación a través de la respiración microbiana. (Eweis, Ergas, & Schroeder, 1998).

Biodisponibilidad: Característica de las sustancias tóxicas que indica la facilidad de incorporarse a los seres vivos mediante procesos o mecanismos, inhalación, ingesta o absorción, y que están influenciados por diferentes parámetros como, las rutas de exposición, las características fisiológicas del receptor y las características químicas del xenobiótico. Nota aclaratoria: se puede interpretar como la fracción soluble de un elemento potencialmente tóxico que puede atravesar barreras biológicas de intercambio del organismo receptor. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Bioestimulación Enzimática: Es una tecnología basada en un bioproducto (enzima) que reproduce los microorganismos nativos de forma exponencial, logrando una mayor cantidad de microorganismos en capacidad de degradar o consumir el hidrocarburo en menor tiempo. La superpoblación de bacterias nativas creadas se conserva con vida durante el tiempo que lo requiera el proceso, por medio de condiciones óptimas como, la oxigenación por medio del arado, humedad, pH, entre otros. (Biorremediación y Tratamiento de Suelos / Residuos Afectados con Hidrocarburos, Varichem de Colombia G.E.P.S., 2018).

Biomagnificación: Secuencia de procesos que conducen a aumentar la concentración de una sustancia en un organismo con respecto a la del medio que se lo ha aportado. Se suele aplicar a los ecosistemas más que a los individuos. (Asociación Española de Toxicología, 1995).

Cálculo del riesgo: Cuantificación de la probabilidad de que ocurran efectos adversos específicos en un organismo, sistema o población por la exposición actual o futura a un contaminante. Nota aclaratoria: Esto incluye la magnitud, escala espacial, duración e intensidad de las consecuencias adversas y sus probabilidades asociadas como una descripción de la relación entre causa-efecto. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Cancerígeno(a): Cualquier sustancia que pueda causar cáncer. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Caracterización de riesgos: Es la integración de la evidencia, razonamientos y conclusiones recolectados durante la identificación de peligro, evaluación de dosis-respuesta y la evaluación de exposición; el cálculo de la probabilidad, incluyendo las incertidumbres de ocurrencia y efectos adversos cuando se administra, toma o absorbe un agente en un organismo o población. Es el último paso de la evaluación de riesgo. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Caracterización de sitios contaminados: Determinación cualitativa y cuantitativa de los contaminantes químicos o biológicos presentes, provenientes de materiales o residuos peligrosos, para estimar la magnitud y tipo de riesgos que conlleva dicha contaminación. (Guía para la elaboración de planes de descontaminación de suelos, Ministerio del Ambiente, 2014).

Cociente de peligrosidad (peligro) (CdP): Razón entre la exposición al tóxico (estimada o medida) y un valor de referencia considerado como umbral de toxicidad; si el cociente de peligro total de todos los tóxicos que inciden en una diana supera la unidad, la combinación de tales tóxicos puede producir (producirá asumiendo un mecanismo aditivo) efectos adversos. (Asociación Española de Toxicología, 1995).

Comunidad Nativa: Las Comunidades Nativas tiene origen en los grupos tribales de la selva y la ceja de selva y están constituidas por conjuntos de familias vinculadas por los siguientes elementos principales: idioma o dialecto, características culturales y sociales y tenencia y usufructo común y permanente de un mismo territorio con asentamiento nucleado o disperso. (Decreto Ley 22175, Ley de Comunidades Nativas y de Desarrollo Agrario de la Selva y Ceja de Selva).

Concentración de referencia (CdR): Concentración de exposición atmosférica que se supone sin riesgo apreciable de efectos deletéreos para una población (incluidos los subgrupos sensibles) durante toda su vida. (Asociación Española de Toxicología, 1995).

Concentración efectiva media (EC_{50}): Concentración, calculada estadísticamente, de una sustancia en el medio, que se espera que produzca un determinado efecto en el 50% de los organismos de experimentación de una población dada, bajo un conjunto de condiciones definidas. EC_{50} (por sus siglas en inglés). (Asociación Española de Toxicología, 1995).

Concentración efectiva no observable (NOEC): Concentración más alta a la cual no se observa efecto en la población estudiada para una exposición determinada. NOEC (por sus siglas en inglés). (Asociación Española de Toxicología, 1995).

Concentración: La relación de una sustancia disuelta o contenida en una cantidad dada de otra sustancia. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Contaminante de preocupación (CP): Contaminante elegido por su toxicidad y peligrosidad para realizar la caracterización del riesgo. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Contaminante: Cualquier sustancia química que no pertenece a la naturaleza del suelo o cuya concentración excede la del nivel de fondo susceptible de causar efectos nocivos para la salud de las personas o el ambiente. (Guía para la elaboración de planes de descontaminación de suelos, Ministerio del Ambiente, 2014).

Coste Efectividad Medio: Es la respuesta al desafío de homologar los precios de productos ofrecidos por una variedad de alternativas evaluadas con la metodología de ACE de un proyecto con el fin de tomar una decisión técnica y financiera. (Evaluación de proyectos sociales, Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y social, 1990).

Deforestación: Es la conversión de bosques a otro tipo de uso territorial o la reducción significativa a largo plazo de la cubierta forestal. Esto incluye la conversión del bosque natural a plantaciones de árboles, agricultura, pastizales, reservas de agua y áreas urbanas; excluye áreas para talar donde el bosque es manejado para regenerarse naturalmente o con la ayuda de medidas de silvicultura. (Smith & Schwartz, 2015).

Degradación: Proceso de descomposición de la materia, por medios físicos, químicos o biológicos. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Dérmico(a): Relativo a la piel. La absorción dérmica significa absorción de algún elemento a través de la piel. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Desorción Térmica: Es un proceso de separación física (ex situ), en el que se somete al suelo a temperaturas de 90-320ºC (baja temperatura) y 320-560ºC (alta temperatura), con la introducción de aire caliente (Ortiz, Irene et al. 2007), para calentar los contaminantes orgánicos a una temperatura suficientemente alta para volatilizarlos y así, separarlos del medio sólido contaminado. El aíre, es un gas de combustión o un gas inerte es usado como medio de transferencia por los

componentes vaporizados. Este sistema no está diseñado para oxidar y/o destruir los contaminantes. (Hurtado Melo, 2010).

Dosis de exposición (DE): Cantidad de sustancia a la que se expone el organismo y el tiempo durante el que estuvo expuesto. La dosis de exposición determina el tipo y magnitud de la respuesta biológica. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Dosis de referencia (DdR): Es el índice de toxicidad que más se utiliza en la evaluación de riesgos por exposición a sustancias no-cancerígenas. Es el nivel de exposición diaria que no produce un riesgo apreciable de daño en poblaciones humanas, incluyendo las subpoblaciones sensibles. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Electrobiorremediación: Es la técnica híbrida que suma los efectos de la electrorremediación a la degradación bacteriana de diferentes contaminantes. (Baztan, 2014) Esta técnica consiste en la aplicación de corriente eléctrica directa al suelo y según el tipo de contaminante, ocurren dos fenómenos: 1) biodegradación de los contaminantes, lo que aumenta la biodisponibilidad de nutrientes y facilita que los microorganismos los aprovechen; y 2) migración de contaminantes, en este caso la corriente eléctrica provoca que los contaminantes se trasladen hacia las plantas para que sean retenidos o eliminados en alguna parte de ella. (Ibarra, 2015).

Electrocinética: Consiste en la aplicación de una corriente eléctrica de baja intensidad entre electrodos introducidos en el suelo que permite la movilización de agua, iones y partículas pequeñas cargadas Durante el tratamiento, los contaminantes son tratados por electromigración logrando incrementar la permeabilidad del suelo y, en consecuencia, permitir el acceso del surfactante o agente bioquímico que es utilizado en el proceso de lavado, a las partículas arcillosas. Así mismo, aprovecha las propiedades conductivas del suelo y está basada en la descarga de una corriente directa de baja intensidad (mA/cm2) a través de una masa de suelo saturado con líquido como medio. (Bernad, García, Valiño, & Fernández, 2007).

Escenario de exposición: Conjunto de suposiciones que describen cómo ocurren las exposiciones, incluyendo las características del agente estresante. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Especiación Química: Es la distribución de un elemento químico particular entre las diferentes formas en las cuales puede existir (especies), en un medio determinado. Incluye tanto los elementos libres (en forma neutra o ionizada) como los variados complejos que pueden formarse con diferentes ligandos (Influencia de la especiación de los metales pesados en medio acuático como determinante de su toxicidad, Castañé et al. 2002).

Estándar de Calidad Ambiental (ECA): es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. (Guía del sistema Nacional de Gestión Ambiental, Ministerio del Ambiente, 2016).

Evaluación de exposición: Medición o estimación de la dosis o concentración de exposición incluyendo la calificación de las incertidumbres. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Evaluación de la toxicidad: Selección de los valores adecuados de los parámetros que miden la peligrosidad de las sustancias tóxicas presentes en el sitio, acompañados por la calificación de la calidad de esa información. El parámetro que se usa en evaluación de riesgos es el índice de toxicidad. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Evaluación de riesgos a la salud y el ambiente: Es el estudio que tiene por objeto definir si la contaminación existente en un sitio representa un riesgo tanto para la salud humana como para el ambiente, así como los niveles de remediación específicos del sitio en función del riesgo aceptable y las acciones de remediación que resulten necesarias. (Guía para la elaboración de planes de descontaminación de suelos, Ministerio del Ambiente, 2014).

Expansión del suelo: Corresponde al grado de compactación del suelo antes de ser excavado. (Movimiento de tierras, Publicación del Colegio de ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 1997).

Extracción Química: Consiste en la mezcla de suelo con sustancias químicas dependiendo de la naturaleza del contaminante. (Ortiz, Irene et al., 2007), luego de terminar el tiempo de extracción, el suelo se lava con agua para eliminar los restos de ácido y metales. Después del tratamiento, se debe neutralizar cualquier resto de ácido en el suelo con la adición de cal o fertilizantes. (USEPA, 1990a).

Factor de pendiente de cáncer (FDC): Límite superior del intervalo de confianza de 95% de una estimación de la probabilidad de respuesta por unidad de exposición durante todo el periodo de vida y cuantifica el incremento de probabilidad de desarrollar cáncer como resultado de la exposición a una sustancia; se expresa en las unidades 1/(mg/kg/d). (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Fitorremediación: Conjunto de tecnologías por medio de las cuales se utilizan varias plantas que tengan la capacidad fisiológica y bioquímica para asimilar, metabolizar, detoxificar o inmovilizar compuestos orgánicos, radioactivos y petroderivados para transformarlos en formas menos nocivas. (Aros, 2007).

Foco de contaminación: Componentes ambientales afectados por las fuentes primarias de contaminación, que se caracterizan por presentar altas concentraciones de contaminantes y ser potenciales generadores de contaminación en otros componentes ambientales. (Decreto Supremo N° 012-2017-MINAM).

Fracción de Hidrocarburos F1 o Fracción Ligera: Mezcla de hidrocarburos cuyas moléculas contienen entre seis y diez átomos de carbono (C6 a C10). (D.S. N° 011-2017-MINAM).

Fracción de Hidrocarburos F2 o Fracción Media: Mezcla de hidrocarburos cuyas moléculas contienen mayor a diez y hasta veintiocho átomos de carbono (>C10 a C28). (D.S. N° 011-2017-MINAM).

Fracción de Hidrocarburos F3 o Fracción Pesada: Mezcla de hidrocarburos cuyas moléculas contienen mayor a veintiocho y hasta cuarenta átomos de carbono (>C28 a C40). (D.S. N° 011-2017-MINAM).

Fuente de contaminación: Punto o área de contaminación y dispersión de materiales peligrosos y residuos peligrosos al ambiente, fuente que emite contaminantes al ambiente en un sitio contaminado. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Incertidumbre: Conocimiento imperfecto relacionado con el estado presente y futuro de un sistema en consideración. Componente del riesgo que resulta de un conocimiento imperfecto del grado de peligrosidad o de su patrón de expresión especial o temporal. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Índice de peligro: Es la relación entre la concentración de exposición y un valor de referencia. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Ingeniería de detalle: Tiene como objeto definir el diseño detallado, técnico y operativo necesario para realizar las adquisiciones, construir, instalar y operar. (Gómez-Senent Martínez, E. y otros "Cuadernos de Ingeniería de Proyectos II. Del diseño de Detalle a la realización". Ed. S. P. UPV., 2000).

Landfarming: Tratamiento de recuperación biológica que reduce la concentración de hidrocarburos del petróleo de peso mediano mediante microorganismos. Esta técnica se aplica mediante la excavación del suelo, el cual es extendido en una delgada capa (no más de 0,5 metros) sobre la superficie del lugar donde se está realizando recuperación y se estimula mediante la actividad microbiana aeróbica a través de la aireación y/o adición de nutrientes, minerales y agua. (Ortiz, 2007).

Lavado (Flushing): Técnica de remediación de aplicación in situ que consiste en anegar los suelos contaminados con una solución que transporte los contaminantes a una zona determinada y localizada donde puedan ser eliminados (Bernad, García, Valiño & Fernández, 2007).

Lavado (Washing): Técnica de remediación fisicoquímica de aplicación ex situ (generalmente on site) que consiste en la excavación del suelo contaminado, previamente separado por tamizado, densidad o gravedad para eliminar las partículas de grava más gruesas, con poca capacidad de adsorción de la fracción fina y lavado con agua y extractantes químicos que permitan desorber y solubilizar los contaminantes (Bernad, García, Valiño & Fernández, 2007).

Materiales y residuos peligrosos: Aquellos que por sus características fisicoquímicas y/o biológicas o por el manejo al que son o van a ser sometidos, pueden generar o desprender polvos, humos, gases, líquidos, vapores o fibras infecciosas, irritantes, inflamables, explosivos, corrosivos, asfixiantes, tóxicos o de otra naturaleza peligrosa o radiaciones ionizantes en cantidades que representan un riesgo significativo para la salud, el ambiente o a la propiedad. (MINAM, Guía para la elaboración de Planes de Descontaminación de Suelos, 2014).

Matriz ambiental: Elemento de un ecosistema en donde pueda estar incidiendo un contaminante después de su emisión. Puede ser el agua (de un río, laguna, estero o mar), el sedimento, el suelo o el aire. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Modelo Conceptual: Relato escrito y/o representación gráfica del sistema ambiental y de los procesos físicos, químicos y biológicos que determinan el transporte de contaminantes desde la fuente, a través de los medios que componen el sistema, hasta los potenciales receptores que forman parte de él. (Guía para la elaboración de planes de descontaminación de suelos, Ministerio del Ambiente, 2014).

Nivel de Fondo: Concentración en el suelo de los químicos regulados que no fueron generados por la actividad objeto de análisis y que se encuentran en el suelo de manera natural o fueron generados por alguna fuente antropogénica ajena a la actividad bajo análisis. (Guía para la elaboración de planes de descontaminación de suelos, Ministerio del Ambiente, 2014).

Nivel de Remediación de Mayor Protección: Es la concentración del contaminante de preocupación definido a partir de la normativa peruana (ECA para suelo de uso agrícola), considerando los factores de índole social y la importancia ancestral, el cual es con el aplicado para la implementación de la técnica de remediación.

Nivel de remediación específico (NRE): Concentración de un químico de interés definido de manera específica para las condiciones del sitio contaminado, el que es analizado y propuesto por el Estudio de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Nivel de Remediación Específico: Es la concentración del contaminante de preocupación calculado mediante la fórmula propuesta por la guía ERSA y se calcula cuando existe riesgo no aceptable (cancerígeno) o preocupante (no cancerígeno). (Consorcio Edoces Ingenieria – Varichem de Colombia CEV, 2019).

Oxidación/Reducción Química: Es una técnica que convierte los contaminantes peligrosos en compuestos no peligrosos o menos tóxicos. Los agentes oxidantes comúnmente utilizados son el ozono, el peróxido de hidrógeno, hipocloritos, cloro y dióxido de cloro (Ortiz, Irene et al., 2007).

Peligro: Capacidad inherente de un (o varios) agente (S) de estrés de causar efecto (s) adverso (s) cuando el hombre, sistemas o poblaciones están expuestos a él. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Perfil toxicológico: Conjunto de informaciones toxicológicas de una sustancia a partir de estudios de laboratorio o campo por medio de los cuales se generaron los parámetros de toxicidad característicos de dicha sustancia. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Población: Grupo de organismos de la misma especie que viven en un área definida y en un tiempo concreto. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Receptor: Organismo, población o comunidad que está expuesta a contaminantes. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Remediación: Tarea o conjunto de tareas a desarrollarse en un sitio contaminado con la finalidad de eliminar o reducir contaminantes, a fin de asegurar la protección de la salud humana y la integridad de los ecosistemas. (Guía para la elaboración de planes de descontaminación de suelos, Ministerio del Ambiente, 2014).

Riesgo ecológico (RQ): Cociente que se obtiene de dividir la concentración de exposición esperada (CEE) y la concentración que no causa efectos sobre los organismos (NEC). (Planes y Fuchs, 2015).

Riesgo: Probabilidad o posibilidad de que un contaminante pueda ocasionar efectos adversos a la salud humana, en los organismos que constituyen los ecosistemas o en la calidad de los suelos y del agua, en función de las características y de la cantidad que entra en contacto con los receptores potenciales, incluyendo la consideración de la magnitud o intensidad de los efectos asociados y el número de individuos, ecosistemas o bienes que, como consecuencia de la presencia del contaminante, podrían ser afectados tanto en el presente como en el futuro. (MINAM, Guía para la elaboración de Planes de Descontaminación de Suelos, 2014).

Ruta de Exposición: Es el camino que sigue un agente químico en el ambiente desde el lugar donde se emite hasta que llega a establecer contacto con la población o individuo expuesto. El análisis de la ruta de exposición describe la relación que existe entre las fuentes (localizaciones y tipo de derrames ambientales) y los receptores (localización de las poblaciones, patrones de actividad, etc.). Se consideran como rutas significativas las que dan lugar a exposición humana. Las rutas de exposición consisten generalmente de cuatro elementos: a) fuentes y mecanismos de emisión de tóxicos, b) medio de retención y transporte (o medios en el caso de que haya transferencias de un medio a otro), c) punto de contacto potencial entre el medio contaminado y los individuos; y d) vía de ingreso al organismo. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015). Las rutas de exposición consisten generalmente de cuatro elementos: a) fuentes y mecanismos de emisión de tóxicos, b) medio de retención y transporte (o medios en el caso de que haya transferencias de un medio a otro), c) punto de contacto potencial entre el medio contaminado y los individuos; y d) vía de ingreso al organismo. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Servicios Ecosistémicos: Aquellos beneficios que se obtienen de los ecosistemas. Pueden ser directos o indirectos. Se consideran beneficios directos la producción de provisiones y los beneficios indirectos se relacionan con el funcionamiento de procesos del ecosistema que genera los servicios directos. (CIFOR, 2011).

Sitio contaminado: Suelo cuyas características químicas, han sido alteradas negativamente por la presencia de sustancias contaminantes depositadas por la actividad humana, según lo establecido en el D.S. N° 011-2017-MINAM. (MINAM, Guía para la elaboración de Planes de Descontaminación de Suelos, 2014).

Sitio Impactado: Área geográfica que puede comprender pozos e instalaciones mal abandonadas, efluentes, derrames, fugas, residuos sólidos, emisiones, restos, depósitos de residuos, suelos contaminados, subsuelo y/o cuerpo de agua cuyas características físicas, químicas y/o biológicas han sido alteradas negativamente como consecuencia de las Actividades de Hidrocarburos. (D.S. Nº 039-2016-EM, que aprueba el Reglamento de la Ley Nº 30321, Ley que crea el Fondo de Contingencia. para Remediación Ambiental).

Solidificación (*ex situ - on site*): Consiste en mezclar suelo contaminado con una sustancia, como el cemento, que provoca el endurecimiento del suelo. La mezcla forma un sólido que puede dejarse en el lugar o transportarse a otro sitio. El proceso de solidificación impide que el químico se disperse en el medio ambiente circundante. El agua de lluvia u otras fuentes no puede disolver los químicos al atravesar el suelo o lodo tratado. La solidificación no elimina los químicos nocivos, sino que los atrapa en el lugar. La estabilización convierte a los químicos nocivos en sustancias menos dañinas o menos móviles. (EPA, Guía para el Ciudadano sobre Solidificación/Estabilización, 2003).

Suelo agrícola: Suelo dedicado a la producción de cultivos, forrajes y pastos cultivados. Es también aquel suelo con aptitud para el crecimiento de cultivos y el desarrollo de la ganadería. Esto incluye tierras clasificadas como agrícolas, que mantienen un hábitat para especies permanentes y transitorias, además de flora y fauna nativa, como es el caso de las áreas naturales protegidas. (Guía para la elaboración de planes de descontaminación de suelos, Ministerio del Ambiente, 2014).

Suelo contaminado: Suelo cuyas características químicas, han sido alteradas negativamente por la presencia de sustancias contaminantes depositadas por la actividad humana, según lo establecido en el D.S. N° 011-2017-MINAM. (Guía para la elaboración de planes de descontaminación de suelos, Ministerio del Ambiente, 2014).

Suelo industrial/extractivo: Suelo en el cual, la actividad principal que se desarrolla abarca la extracción y/o aprovechamiento de recursos naturales (actividades mineras, hidrocarburos, entre otros) y/o, la elaboración, transformación o construcción de bienes. (Guía para la elaboración de planes de descontaminación de suelos, Ministerio del Ambiente, 2014).

Suelo: Material no consolidado compuesto por partículas inorgánicas, materia orgánica, agua, aire y organismos, que comprende desde la capa superior de la superficie terrestre hasta diferentes niveles de profundidad. (MINAM, Guía para la elaboración de Planes de Descontaminación de Suelos, 2014).

Toxicidad: La propiedad de una sustancia o mezcla de sustancias de provocar efectos adversos en la salud o en los ecosistemas. (MINAM, Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, 2015).

Tratamiento Biológico en Fase Líquida – Bioslurry: Técnica que utiliza un contenedor de medio líquido (biorreactor), en donde es introducida una mezcla (suelo contaminado con agua), la cual se agita mecánicamente para mantener los sólidos suspendidos y se airea mediante burbujeo para estimular la biodegradación aeróbica de los contaminantes. (Bernad, García, Valiño, & Fernández, 2007).

Valor presente neto de costos: Sumatoria de los rubros que comprenden los gastos segregados de un proyecto. (Evaluación de proyectos sociales, Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y social, 1990).

Vía de exposición: Proceso por el cual el contaminante entra en contacto directo con el cuerpo, tejidos o barreras de intercambio del organismo receptor, por ejemplo, ingestión, inhalación y absorción dérmica. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

Vitrificación: Es una técnica de estabilización térmica que se basa en el calentamiento del suelo contaminado a alta temperatura para conseguir su fusión y transformación en un material vítreo estable. Así se reduce la movilidad de los contaminantes inorgánicos (principalmente Hg, Pb, Cd, As, Ba, Cr y cianuros) y la destrucción de los contaminantes orgánicos por reacciones de oxidación y/o pirolisis (Ortiz, Irene et al., 2007).

Vulnerabilidad: Conjunto de condiciones que limitan la capacidad de defensa o de amortiguamiento ante una situación de amenaza y confieren a las poblaciones humanas, ecosistemas y bienes, un alto grado de susceptibilidad a los efectos adversos que puede ocasionar el manejo de los materiales o residuos, que, por sus volúmenes y características intrínsecas, sean capaces de provocar daños a la salud y el ambiente. (Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente, Ministerio del Ambiente, 2015).

1. DATOS GENERALES

A continuación, se presentan los datos relacionados con el FONAM-Fondo Nacional del Ambiente, entidad encargada de asignar el contrato de consultoría para la elaboración del Plan de Rehabilitación, así como los datos del Consorcio Ecodes Ingeniería – Varichem de Colombia-CEV, consultora encargada de realizar el estudio de consultoría y de la empresa encargada de realizar la supervisión del contrato Consorcio Supervisor Tema Litoclean.

1.1. Nombre y Razón Social del responsable que presenta el Plan de Rehabilitación.

Empresa Encargada de la Presentación del Plan de Rehabilitación

- Nombre: Dirección General de Hidrocarburos – Ministerio de Energía y Minas (MINEM)
- Razón Social: Dirección General de Hidrocarburos – Ministerio de Energía y Minas (MINEM)

1.2. Nombre y Firma del Representante Legal (en su caso).

Empresa Encargada de la Presentación del Plan de Rehabilitación

Nombre: Francisco Javier Torres Madrid	Cargo: Director General Dirección General de Hidrocarburos (DGH)	Firma:

1.3. Domicilio para Recibir Notificaciones

Empresa Encargada de la Presentación del Plan de Rehabilitación

- Av. De Las Artes Sur 260, San Borja 15036 Lima -Perú, Subsector de hidrocarburos.

1.4. Datos de las las empresas (consultoras, laboratorios, etc.) que intervinieron en la elaboración del Plan de Rehabilitación.

En la **Tabla 1-1**, se relacionan las empresas que participaron en el desarrollo del estudio de consultoría.

Tabla 1-1. Empresas Participantes en el Estudio de Consultoría

N°	Empresa	Servicio Prestado	Localidad
1	CONSORCIO ECODES INGENIERÍA - VARICHEM DE COLOMBIA-CEV	Empresa de Consultoría encargada de la Elaboración del Plan de Rehabilitación	Lima
2	ALS LS Perú SAC	Laboratorio principal para análisis de muestras	Lima
3	ENVIROTEST	Laboratorio para análisis de duplicados de muestras	Lima
4	CONSORCIO SUPERVISOR TEMA – LITOCLEAN	Empresa encargada de la supervisión de la Elaboración del Plan de Rehabilitación	Lima
5	ES4i	Servicios logísticos integrales	Lima
6	JUAN FRANCISCO ALVARADO SERNA	Servicios de perforación	Lima
7	ARAMEBO SAC ENGINEERING & CONSTRUCTION	Servicios de topografía	Lima
8	DMS INGENIERÍA ASOCIADA SRL	Servicios Geofísicos	Lima
9	EMPRESA COMUNAL ECOPOR	Personal operativo para las actividades en campo	Nuevo Porvenir

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

2. CARACTERISTICAS DEL ÁREA

2.1. Ubicación

En la **Tabla 2-1** y en la **Figura 2-1**, se encuentra la ubicación general del sitio S0104 (Botadero Km 2).

Tabla 2-1. Ubicación Geográfica del Sitio Impactado

Cuenca	Pastaza
Departamento	Loreto
Provincia	Datem del Marañón
Distrito	Andoas
Comunidad	Nuevo Porvenir
Coordenadas (m)	**Universal Transverse Mercartor (UTM), Datum WGS84, Zona 18 S**
	Norte: 9693139 **Este:** 339018
Área Actual	3,67 ha
Limites	El Sitio S0104 (Botadero km 2) está ubicado en el lote 192 (Ex lote 1AB), al noreste de la CC.NN. Nuevo Porvenir. La distancia entre Nuevo Porvernir y el Sitio S0104 (Botadero km 2), vía terrestre es de 8,9 km, y en línea recta es de 3,3 km. A 1,3 km, al noroeste está ubicado el Sitio S0106 (Botadero km 4); a 1,8 km, al sureste está ubicado el Sitio S0105 (Botadero CS-32); al oeste a 393 m, se encuentra la línea de flujo de producción entre los campos Capahuarí norte y Capahuarí sur.
Uso de Suelo	Agrícola

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

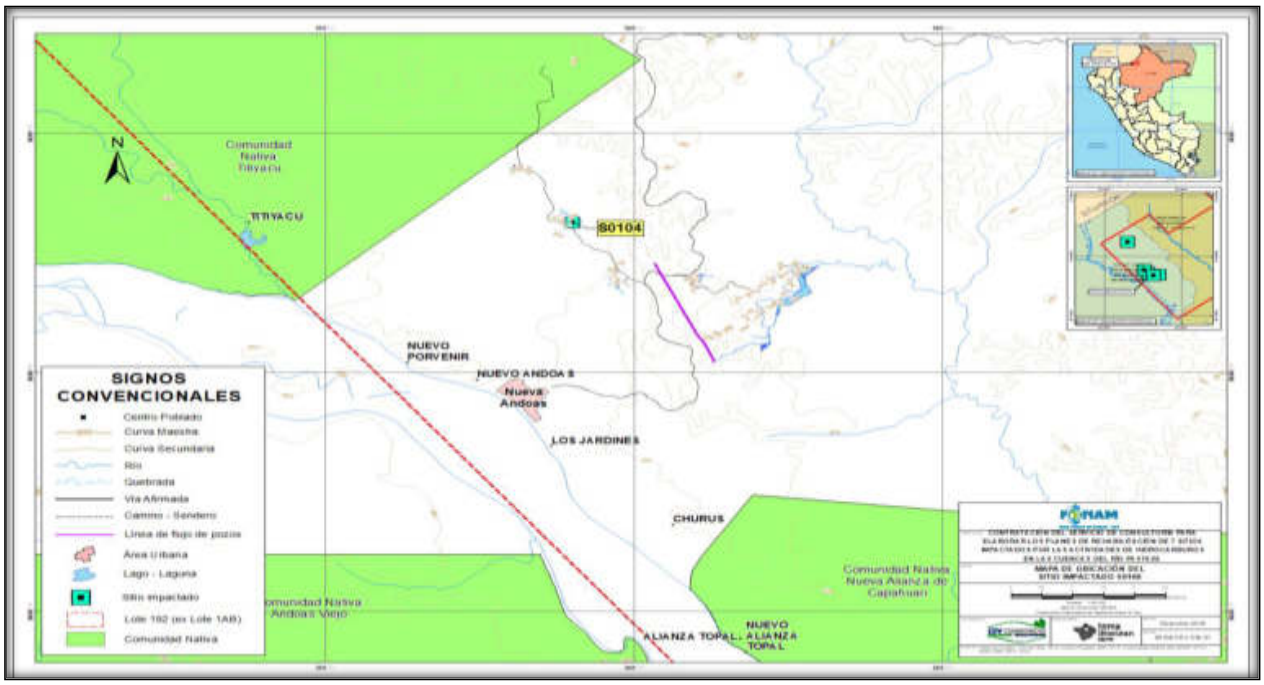


Figura 2-1. Ubicación General Sitio S0104 (Botadero Km 2)

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Nota: En el **Anexo 6.2**, se encuentra el Mapa de la Ubicación General sitio S0104 (Botadero Km 2) en escala 1:100000.

2.2. Descripción de las Condiciones Ambientales geológicas, hidrogeológicas. hidrológicas, topográficas, climáticas, de suelo y cobertura vegetal, entre otras.

2.2.1. Geología

De acuerdo con el Boletín N°130, Serie A: Carta Geológica Nacional (INGEMMET, 1999) y los mapas del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, la región se caracteriza por tener un relieve plano disectado de tipo abanico aluvial (terraza baja y media aluvial) con relieves oprimidos de zonas pantanosas. En afloramientos se han identificado unidades litoestratigráficas que van del plioceno al cuaternario, los más antiguos corresponden a la formación Ipururo (N-i), que subyace en ligera discordancia a la formación Nauta, que presenta dos miembros: el nivel inferior mayormente pelítico y el superior constituido por gravas, arenas y limos.

Cabe mencionar que los afloramientos de la formación Ipururo en el Sitio S0104 (Botadero km 2), según la Carta Geológica Nacional 6-K Andoas, realizado por el INGEMMET en el año 1999, están compuestos mayormente por lodolitas y limoarcillitas gris verdosas, algo azuladas a marrones, con poco contenido de micas, en estratos gruesos, tabulares, de hasta 1 m. de grosor, con buena cohesión y presencia de patinas rojizas por alteración, se observan niveles fosilíferos consistentes en abundantes restos de plantas, se intercalan con niveles de arenisca en estratos delgados a gruesos, muy alteradas, en parte con arcillas gris verdosas, con inclusiones de nódulos calcáreos, pardo amarillentos. Algunos estratos muestran la presencia de lignito marrón a negro, que conservan una estructura laminar. Las areniscas se hallan en estratos gruesos, los que generalmente presentan una notoria estratificación sesgada, el tamaño del grano va de medio a grueso, en tanto que sus colores fluctúan entre grises, pardos y amarillos, pueden ser compactos o deleznables.

Aflora también la formación Nauta, que consiste en su nivel inferior de secuencias monótonas de arenas, limos y limoarcillitas laminadas, masivas, marrón rojizas, rojizas a pardo amarillentas de baja cohesión a semiconsolidadas, con ocasionales niveles de limos y conglomerados polimicticos, que en su conjunto alcanzan hasta 15 metros de grosor. Esta secuencia se intercala con gruesos niveles de limoarcillitas abigarradas laminares, de coloración beige a parduzca, seguida de una secuencia de areniscas masivas bien estratificadas con lodolitas.

Los afloramientos de la Formación Nauta Superior se extienden ampliamente en la zona de estudio donde suelen presentarse generalmente como areniscas de grano fino con altos contenidos de limo (6-52%) y arcilla (13-37%) areniscas lodosas; con los intraclastos redondeados de lodolita, sobre estas capas se encuentra un nivel de estratos tabulares de areniscas semiconsolidadas de color beige. En el área se encuentran ampliamente distribuidas formando por lo general colinas bajas, dando la apariencia de islas en medio de depósitos palustrinos y aluviales, por estar circunscrita en este sector al abanico de Pastaza.

Puntualmente el sitio S0104 (Botadero km 2), corresponde a una zona de terraza, con taludes ligeramente pronunciados hacia los sectores perimetrales.

El suelo de la terraza alta, en algunos sectores corresponde a secuencias no autóctonas que han sido removidas.

En la **Figura 2-2** y **Figura 2-3**, se presenta la correlación de la geología encontrada en el sitio S0104 (Botadero Km 2).

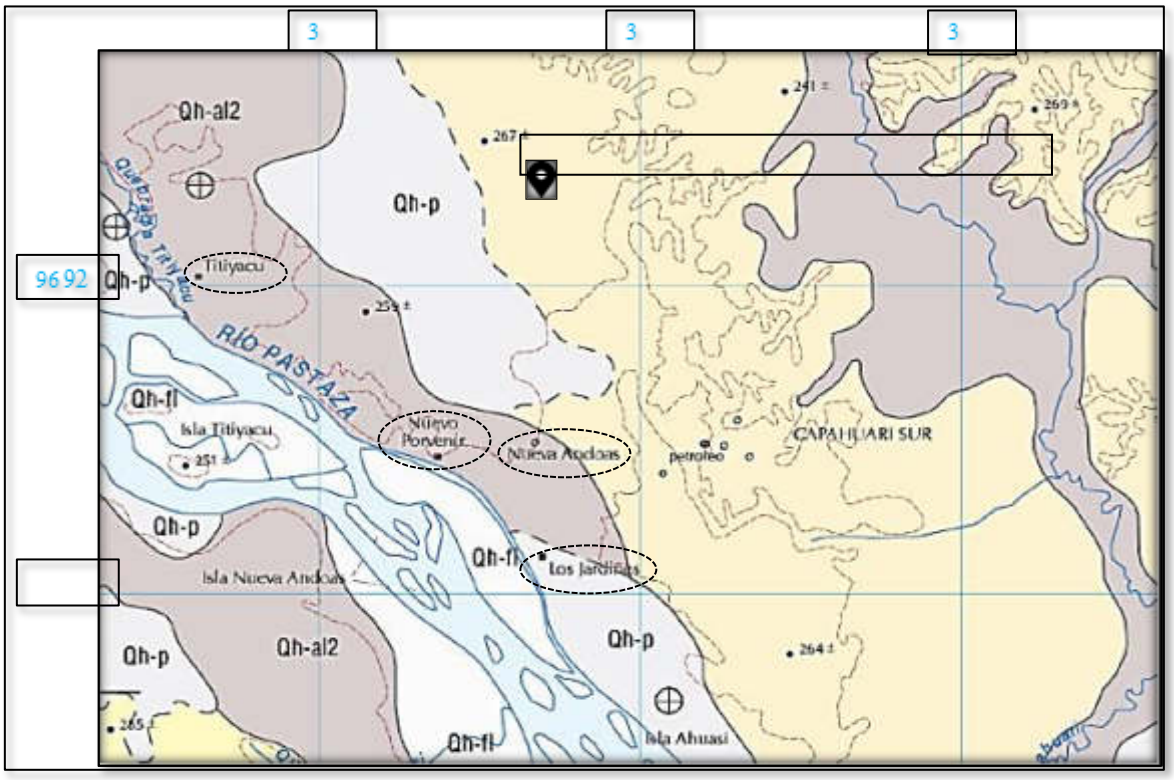


Figura 2-2. Mapa Geológico Regional del S0104 (Botadero Km 2)
Fuente: Tomado de Carta Geológica Nacional 6-K Andoas, INGEMMET, 1999 y adoptado por Consorcio Ecodes – Varichem; 2018.

ERA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOESTRATIGRAFICAS		
CENOZOICA	CUATERNARIO	HOLOCENA	Depósitos Palustres		Qh-p
			Depósitos Fluviales		Qh-fl
			Deposito Aluvial2		Qh-al2
					Qph-al2
		PLEISTOCENA	Formación Nauta	Superior	NQ-ns
				Inferior	NQ-ni
	NEOGENO	PLIOCENA	Formación Ipururo		N-i

Figura 2-3. Leyenda Geología Regional del S0104 (Botadero Km 2)
Fuente: Carta Geológica Nacional 6-K Andoas, realizado INGEMMET, 1999.

2.2.2. Hidrogeología

De acuerdo con el Mapa Hidrogeológico de Perú (INGEMMET, 1999), en el área afectada se ubican Acuíferos Porosos no Consolidados de alta permeabilidad (APNCa) emplazado en la Región Hidrográfica del Amazonas, tal como se muestra en la **Figura 2-4.**

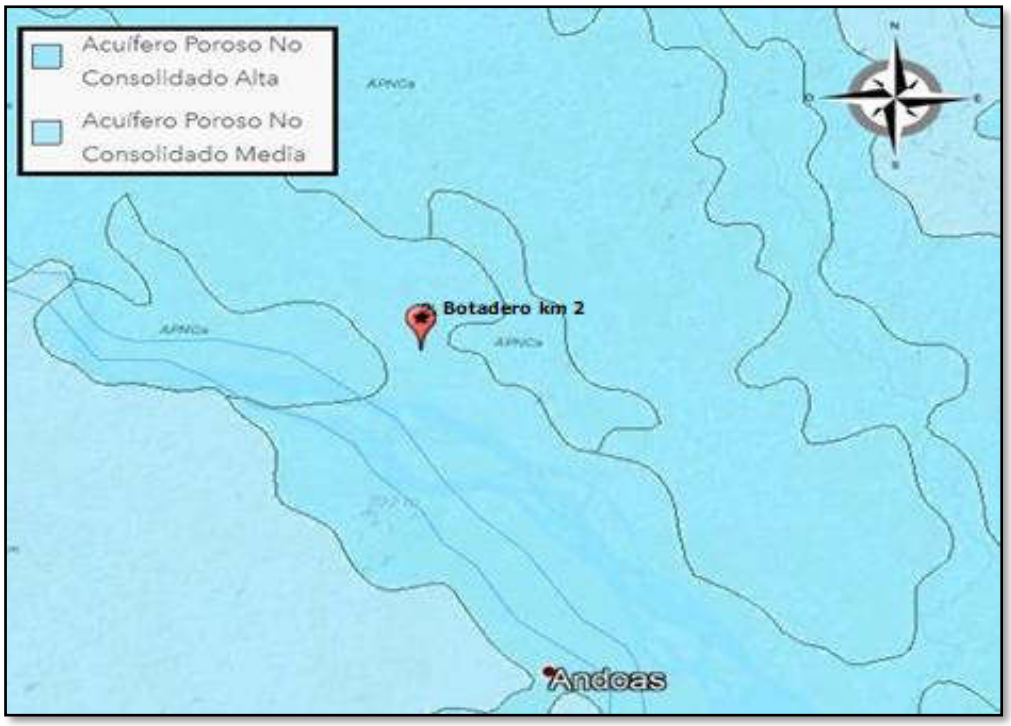


Figura 2-4. Hidrogeología en el sitio S0104 (Botadero Km 2)
Fuente: Mapa Hidrogeológico del Perú y adoptado por Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En el área de estudio, las unidades hidrogeológicas se han definido basándose en las características litológicas de los sedimentos (acuíferos porosos sedimentarios), de los depósitos no consolidados que conforman formaciones o grupos geológicos (probables acuíferos fisurados) y su conductividad hidráulica o permeabilidad. En el área de estudio se ha identificado una (1) unidad hidrogeológica:

- **Acuífero Poroso No consolidado**

En la zona se presentan depósitos conformados por pequeños materiales subangulosos de tamaño mediano a pequeño, de diferente naturaleza, que se encuentran cubriendo grandes sectores cercanos al río Pastaza y que son producto de aguas que han discurrido. Estos depósitos presentan espesores reducidos y buena permeabilidad y corresponden a acuíferos porosos no consolidados, pero carecen de importancia hidrogeológica debido al poco espesor que presentan.

Esos acuíferos se localizan en sedimentos cuaternarios que comprenden los depósitos aluviales, fluvio-aluvial. De acuerdo a información del mapa hidrogeológico del Perú, los acuíferos de alta productividad corresponden a los depósitos aluviales.

Con base en la información publicada en el informe inventario de agua subterránea Iquitos por la ANA (Autoridad Nacional del Agua), los pozos existentes se encuentran ubicados aproximadamente a 320 km, al sur este de la zona de estudio, específicamente en los alrededores de la ciudad de Iquitos, así que, no existen pozos para aguas subterráneas en el sitio de interés.

Complementariamente la comunidad informa, que no hay pozos para la captación de agua subterránea en el área o cerca del área.

En el sitio de interés se realizaron Sondajes Eléctrico Vertical (SEV) en cuatro puntos para determinar el perfil litológico y la profundiad del nivel freático y se desarrollaron tres pozos exploratorios a una profundidad de 8,80, 10,0 y 11,0 m. En uno de los tres pozos exploratorios se encontró a la profundidad de 10,0 m, agua del nivel freático, por lo tanto, se procedió a construir un piezómetro.

2.2.3. Hidrología

El río Pastaza proviene del norte, desde Ecuador recorre la Llanura amazónica del nororiente peruano hasta desembocar en el Río Marañón. Tiene un ancho de cauce de 1200 metros promedio, desde la frontera hasta su desembocadura el ancho es constante, el cauce del río es de forma meandrica, el río se caracteriza por la formación de grandes islas y bancos de arena a lo largo de su cauce.

Se realizó la revisión de la información del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), se analizó la información del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología de Ecuador (INAMHI), y se consideró la información suministrada por la comunidad. Es importante tener en cuenta que los periodos de mayor importancia son los de precipitación, debido a que los periodos de creciente y vaciante pueden estar controlados por precipitaciones en la parte alta de la cuenca, los cuales pueden generar aumentos en niveles y caudales de los ríos sin que se presenten precipitaciones en la zona de estudio. Por otro lado, la lluvia es el principal causante de la saturación del suelo en las áreas afectadas, por ello se buscaron datos de precipitaciones en las estaciones y estudios ambientales cerca de la zona de estudio.

De acuerdo al régimen hidrológico del rio Pastaza y Marañón, se observa que pueden existir problemas en la navegabilidad en época de vaciante en los meses de enero y febrero; y de media vaciante (**Figura 2-5**), en los meses de agosto a diciembre para embarcaciones de más de 1,2 metros de calado. En estas épocas se debe navegar con precaución por la presencia de bancos de arena y palizadas que están ancladas al lecho de los ríos y/o quebradas.

En época de creciente en los meses de mayo, junio, julio y de media creciente en marzo y abril pueden navegar embarcaciones hasta de 1,8 metros de calado, teniendo precaución por la presencia de palizadas flotantes. Esta información es tomada de acuerdo a los datos de INADE – ECORAE (2002) del Plan Peruano Ecuatoriano para el desarrollo integral de las cuencas de los ríos Napo-Tigre-Pastaza.

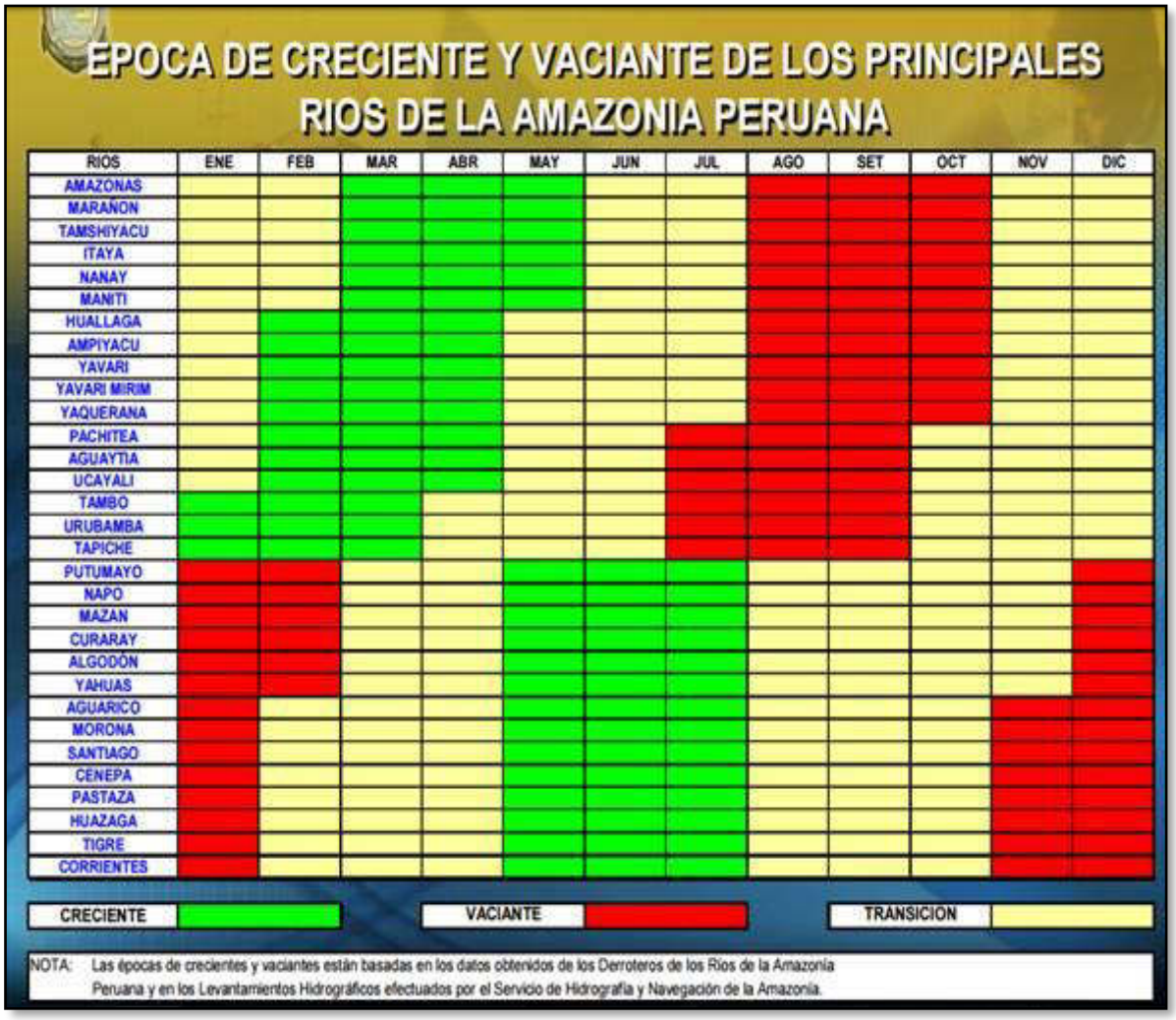


Figura 2-5. Época de Creciente y Vaciante de los Principales Ríos de la Amazonia Peruana
Fuente: Servicio de Hidrografía y Navegación de la Amazonia (SEHINAV), 2015.

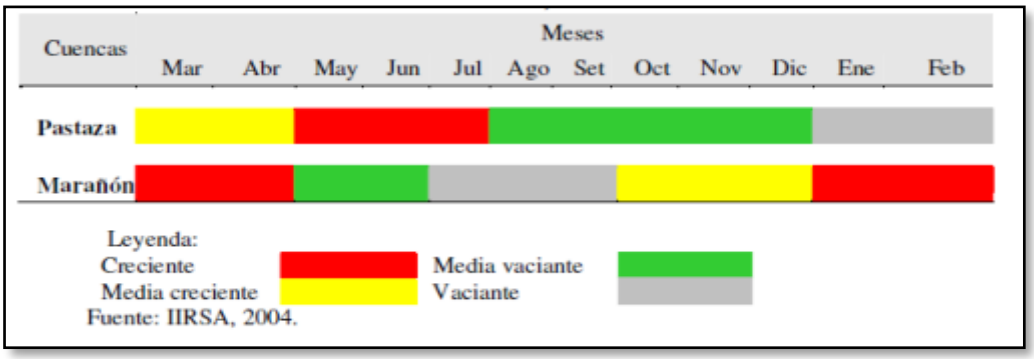


Figura 2-6. Régimen Hidrológico del Rio Pastaza y Marañón
Fuente: Servicio de Hidrografía y Navegación de la Amazonia (SEHINAV), 2015.

Como se observa en la **Figura 2-5** y **Figura 2-6**, para la época de marzo y abril en las cuencas Pastaza y Tigre se presenta un periodo de vaciante y transición respectivamente. Sin embargo, ninguna de las áreas afectadas se encuentra dentro de zonas de inundación de los ríos Pastaza y

Tigre, por la cual las crecientes de los ríos no afectan directamente la saturación del suelo en las áreas afectadas.

Los principales cuerpos de agua que se encuentran en el entorno del sitio S0104 (Botadero km 2), corresponden al afluente de la quebrada Capahuarí Yacu que se encuentra a 17,25 metros al noreste del área del sitio, como se observa en la **Figura 2-7**, así mismo la quebrada desemboca en el río Pastaza, el cual se encuentra a 4000 metros del sitio S0104 (Botadero Km 2) al oeste, cuya dirección de flujo va de norte a sur.

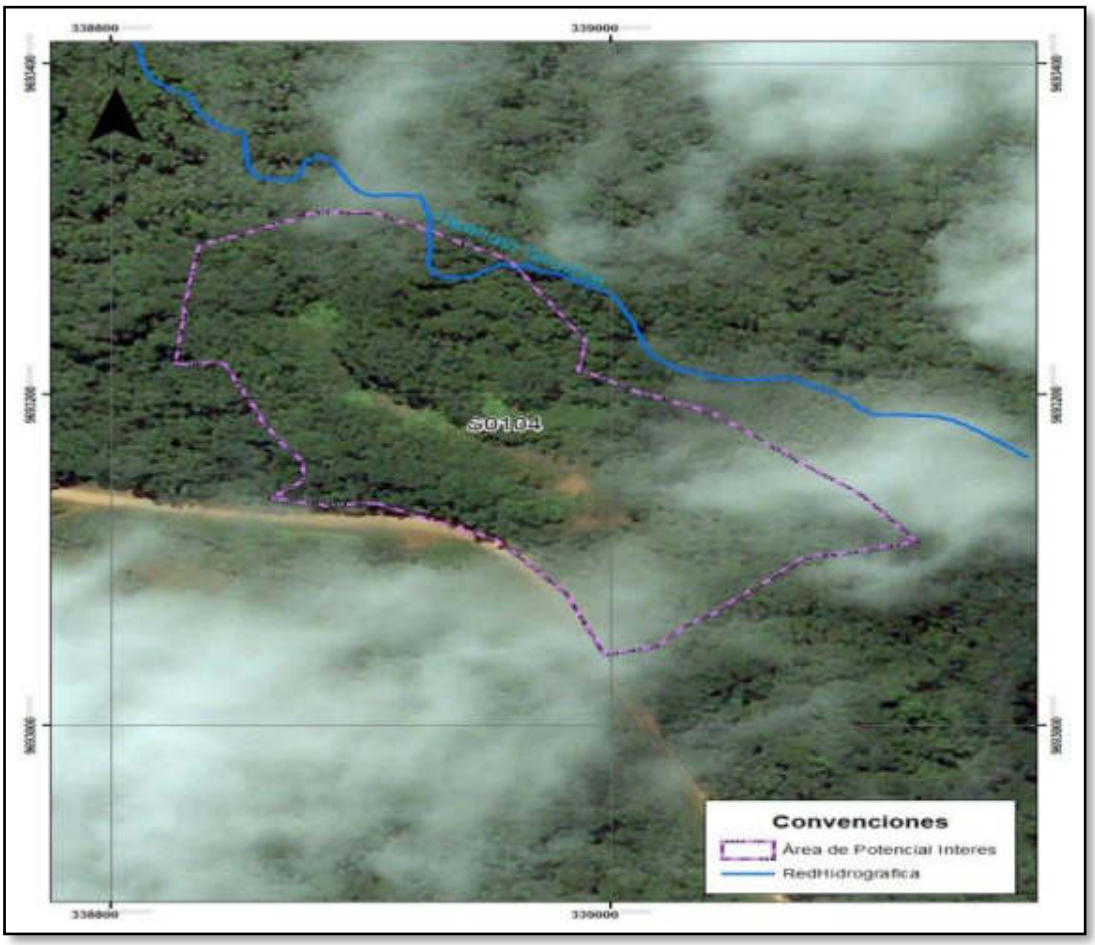


Figura 2-7. Ubicación de Cuerpos de Agua Superficiales
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

2.2.4. Topografía

La topografía del área es bastante regular, con cotas que varían entre los 207 y 240 metros de altura sobre el nivel del mar (msnm).

A lo largo del polígono del área de interés existen pendientes de diferente inclinación, hacia el sector este del botadero, la pendiente desde la entrada del Sitio S0104 (Botadero Km 2) es de 3,9%, desde la terraza alta hacia el afluente de la quebrada Capahuarí Yacu en dirección noroeste la inclinación es de 2,2°.

2.2.5. Climatología

En la cuenca del Pastaza la interacción de los vientos y las nubes cargadas de humedad que vienen de la Amazonía y la topografía del valle del Pastaza, propician un ecosistema rico en microclimas.

Para el siguiente numeral se tomaron datos de las estaciones pluviométricas y meteorológicas del SENAHMI, las cuales se presentan en la **Tabla 2-2.**

Tabla 2-2. Estaciones Meteorológicas Cercanas

Estación	Coordenadas (m) Universal Transverse Mercartor (UTM) WGS84, Zona 18 S		Distancia al Sitio (km)
	Este	Norte	
Trompeteros	483314	9579980	195
Andoas	233202	9679177	107
Barranca	311473	9465523	228
Nuevo Roca Fuerte	451941	9898033	234

Fuente: Información adaptada de Dirección Regional SENAMHI Loreto, 2012, Niveles de río 2011- 2018 y pluviómetro 2006 – 2018 por Frontera Energy 2018 e Informes meteorológicos INAMHI, 1990 – 2012.

El Sitio S0104 (Botadero Km 2) se ubica en el área amazónica, entre el Perú y el Ecuador, el clima de la región nor-amazónica se considera ecuatorial húmedo, el cual es un clima de bosque tropical lluvioso, típico de las latitudes bajas, las masas de aire del trópico ecuatorial convergen en la región nor amazónica, generando una depresión ecuatorial, derivando en lluvias a través de las tormentas de convección. Para la caracterización climática se utilizó información meteorológica brindada por la Oficina Nacional de la Evaluación de Recursos Naturales (ONERN), del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

De acuerdo al Informe Técnico del SENAMHI[1], entre los meses de octubre a abril las precipitaciones son mayores, y entre junio a septiembre son menores, siendo el mes de abril el de mayor precipitación y los meses de julio y agosto los de menor precipitación, el promedio mensual de precipitación corresponde a 258 mm.

La precipitación en la región nor-amazónica se muestra siempre alta y poco variables, con esporádicos periodos de menor intensidad que ocurren indistintamente en cualquier época del año. Lo anterior se debe a que esta región es afectada por mecanismos convectivos (aquellos que implican formación de nubes cumulonimbos), ocurriendo precipitaciones estratiformes (que implican la formación de nubes estratos). En ambos casos, el suministro de humedad es esencialmente endógeno, es decir, constituido por los enormes volúmenes de evapotranspiración que se genera en esta región gracias a la presencia de una densa cubertura vegetal y de extensos cuerpos de agua. El balance hídrico de esta región registra un ingreso neto de humedad que la convierte en un gran sumidero, cuya fuente principal es, directa o indirectamente, el océano Atlántico Tropical. En la **Figura 2-8**, se representa la precipitación mensual registrada en la estación Andoas.

[1] Régimen Hidrometeorológico y comportamiento de las precipitaciones en las cuencas de los Ríos Tigre – Pastaza y Marañón para los años 2015, 2016 y 2017.

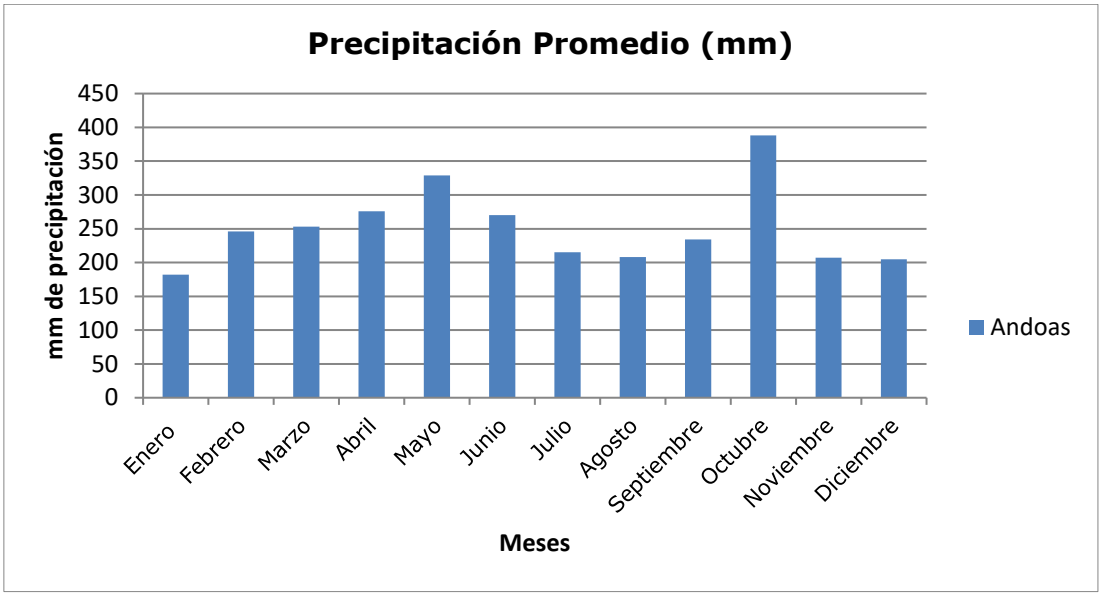


Figura 2-8. Precipitación Mensual en la Estación Meteorológica Andoas
Fuente: Niveles de río 2011-2018 y pluviómetro 2006 – 2018 por Frontera Energy 2018.

Además, se consultaron otros estudios de precipitación realizados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología – Ecuador (INAMHI) y la empresa Frontera Energy, los cuales se presenta en la **Figura 2-9.**

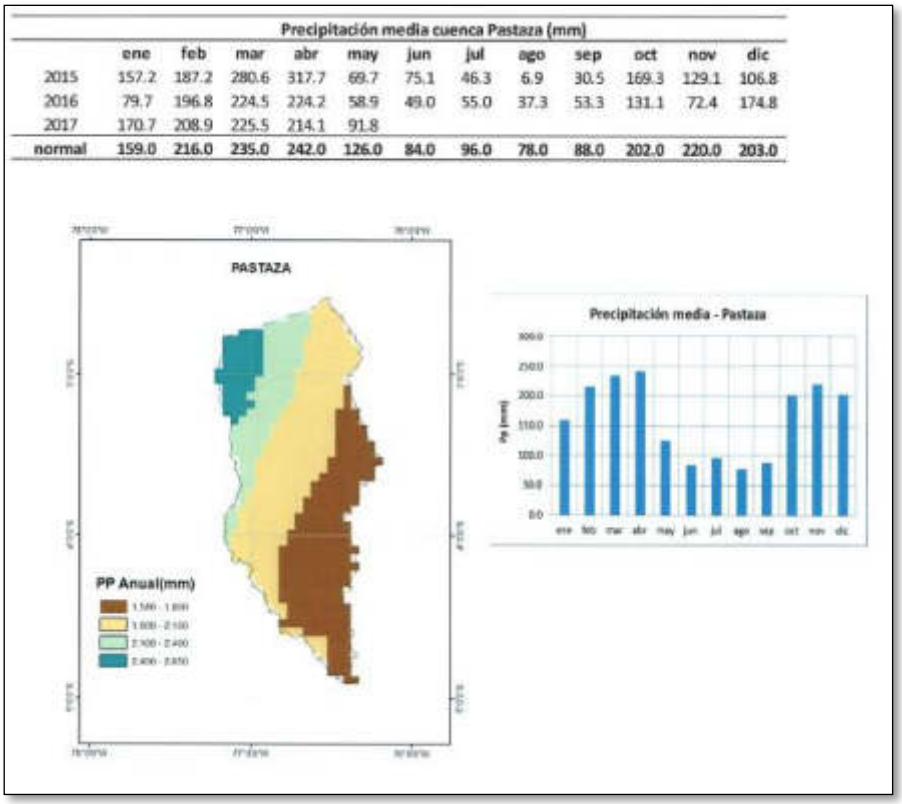


Figura 2-9. Distribución Espacial y Temporal de la Climatológica de Precipitación en la Cuenca Pastaza
Fuente: Informe Técnico: Régimen Hidrometeorológico y comportamiento de las precipitaciones en las cuencas de los ríos Tigre - Pastaza y Marañón para los años 2015,2016 y 2017, SENAMHI 2017.

En la **Figura 2-10,** se presenta la precipitación media multianual de la Estación Andoas, en la **Figura 2-11,** se presenta la comparación entre la estación Soplin y la estación PP247 Pastaza y en la **Figura 2-12,** se presenta la precipitación media multianual de la Estación Rocafuerte.

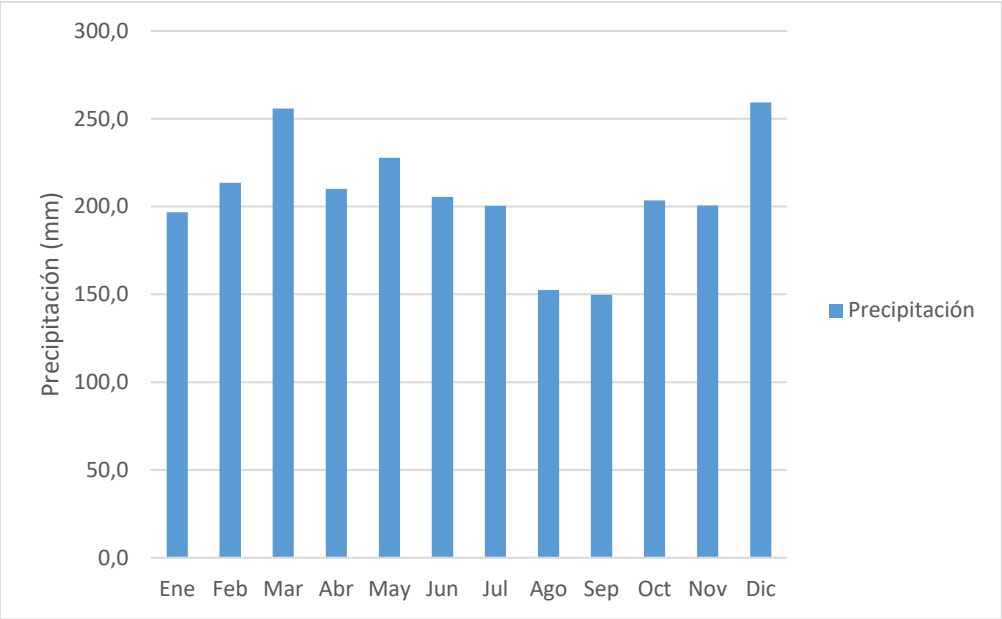


Figura 2-10. Precipitación Media Multianual Estación Andoas 2007-2017
Fuente: Niveles de río 2011- 2018 y pluviómetro 2006 – 2018 por Frontera Energy 2018.

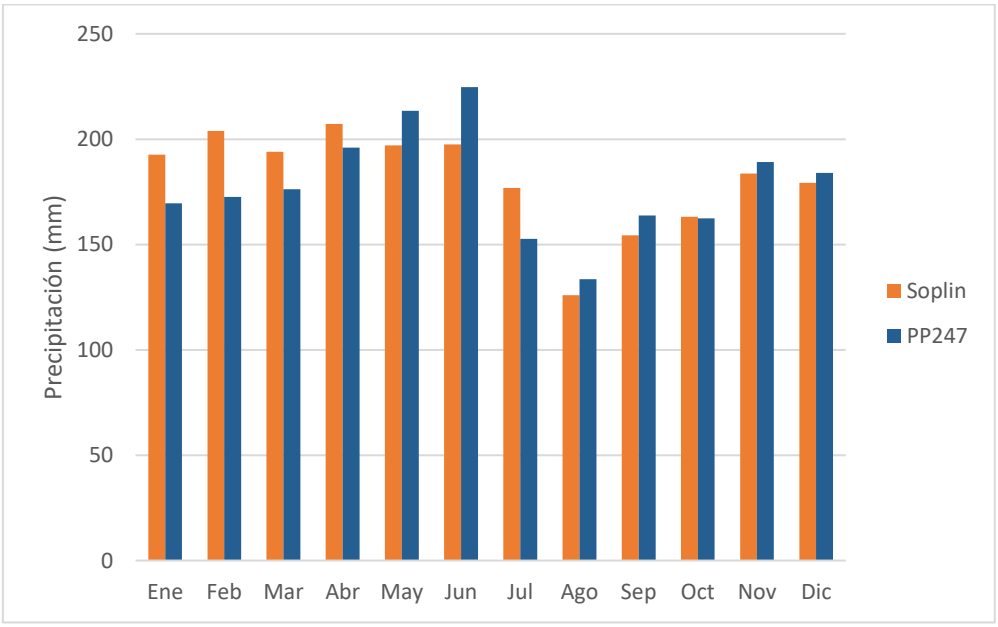


Figura 2-11. Precipitación Mensual Multianual Pastaza
Fuente: Determinación de los períodos húmedos y secos en función del régimen pluviométrico en las provincias de Datem del Marañón y Alto Amazonas, Dirección Regional SENAMHI Loreto, marzo 2012.

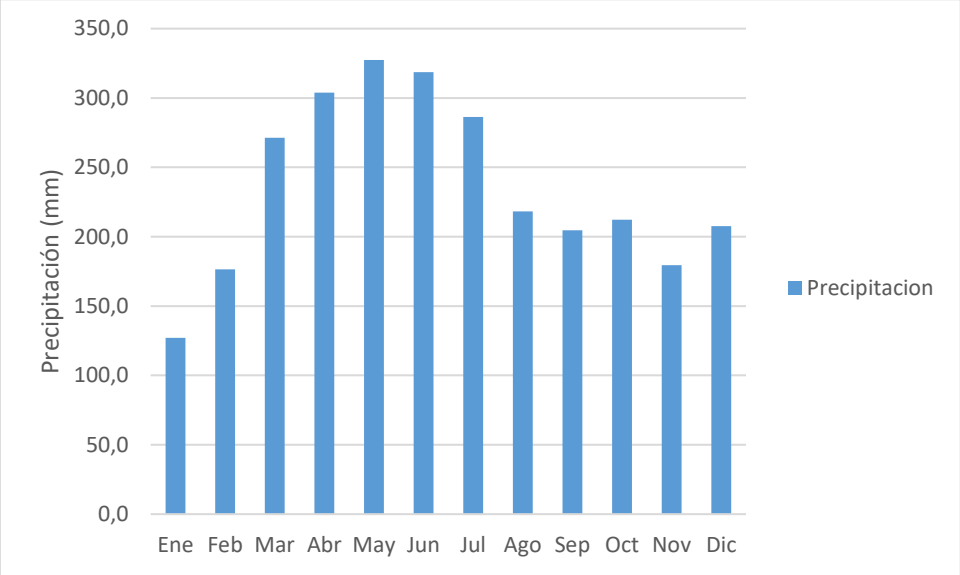


Figura 2-12. Precipitación Media Multianual Estación Nuevo Rocafuerte
Fuente: Informes meteorológicos INAMHI, 1990 – 2012.

De acuerdo a los resultados presentados en las figuras anteriores se observa que en la mayoría de estudios y estaciones el periodo de lluvia se presenta entre los meses de abril a junio, únicamente en el estudio realizado por el SENAMHI en los años 2015 y 2017 mostró que el máximo periodo de lluvias ocurrió en marzo, sin embargo, estos registros son limitados. Además, según la información analizada la época menos húmeda (registros de menor precipitación) se presenta en el periodo entre agosto y septiembre.

La temperatura en esta zona de estudio, se caracteriza por presentar poca variabilidad mensual y anual, donde la temperatura promedio anual corresponde a 25°C. Los valores mínimos de temperatura corresponden a 23°C, por lo cual se puede observar que las temperaturas tienen escasa oscilación, lo cual es ideal para el desarrollo de actividades agropecuarias en el área de estudio.

Considerando los registros de las estaciones meteorológicas del SENAMHI, el promedio anual de humedad relativa presenta valores similares entre sí, los cuales ascienden a 88,59%. Los registros demuestran que la humedad relativa es alta y constante durante todo el año registrándose los valores máximos durante los meses de abril (90,10%), mientras que los valores mínimos se registran en el mes de agosto (86,9%).

En el área de estudio los vientos son generalmente débiles todo el año predominando las denominadas brisas suaves y calmas. En esta zona dominan los procesos de convergencia de vientos de los hemisferios norte y sur (vientos alisios). Esta faja funciona como una depresión donde convergen los vientos alisios de ambos hemisferios, consecuentemente, durante el verano, cuando la ZCIT (Zona de Convergencia Intertropical) está desplazada hacia el sur, los vientos que ingresan a la región proceden generalmente del NE; durante el invierno, en cambio en la situación opuesta, los vientos predominantes proceden del SE.

Para el comportamiento de los vientos, se tuvieron en cuenta los datos suministrados por la Estación Trompeteros perteneciente al SENAMHI, la cual es la más cercana al área de estudio. En la **Tabla 2-3**, se presentan los datos de dirección y velocidad media del viento de la estación, se observan frecuentes datos de calmas (0 m/s), representando el 75% de los datos y las velocidades oscilan entre 1 y 2 m/s, cada una con diferentes direcciones, cabe mencionar que los datos presentados corresponden a los años de 1998-2002.

Tabla 2-3. Dirección y Velocidad Media de los Vientos en la Estación Trompeteros

Año	Dir./Vel.	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1998	Dirección	C	C	WNW	WSW	C	C	C	C	E	C	C	C
	Velocidad	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
1999	Dirección	N	WSW	C	ENE	C	C	C	C	Set	C	ENE	C
	Velocidad	1	2	0	2	0	0	0	0	2	0	2	0
2000	Dirección	C	N	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
	Velocidad	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2001	Dirección	C	C	S/D	C	C	C	C	C	C	C	C	C
	Velocidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2002	Dirección	NNW	C	C	C	C	C	WNW	E	WSW	WSW	C	C
	Velocidad	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0

Fuente: Dirección Regional SENAMHI Loreto, 2012.

En la **Figura 2-13,** se observan las direcciones y velocidades promedio del viento, éstas según la escala de Beaufort, se clasifican como ventolinas y vientos flojos.

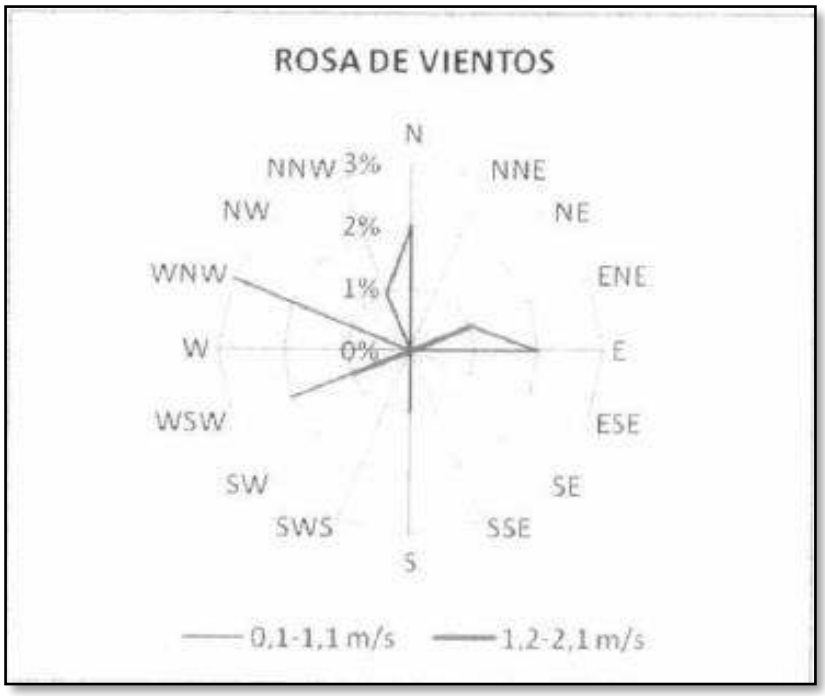


Figura 2-13. Dirección Predominante del Viento Promedio en la Estación Trompeteros
Fuente: Dirección Regional SENAMHI Loreto, 2012.

2.2.6. Características del Suelo

Según la clasificación de la Capacidad de Uso Mayor del Suelo del ONERN-MINAM desarrollada en el año 1981, el suelo que se encuentra en el área del sitio, corresponde a tierra apta para producción forestal de limitado drenaje, calidad agrológica media y baja, el cual tiene una codificación **F3w – X.** Ver **Figura 2-14.**

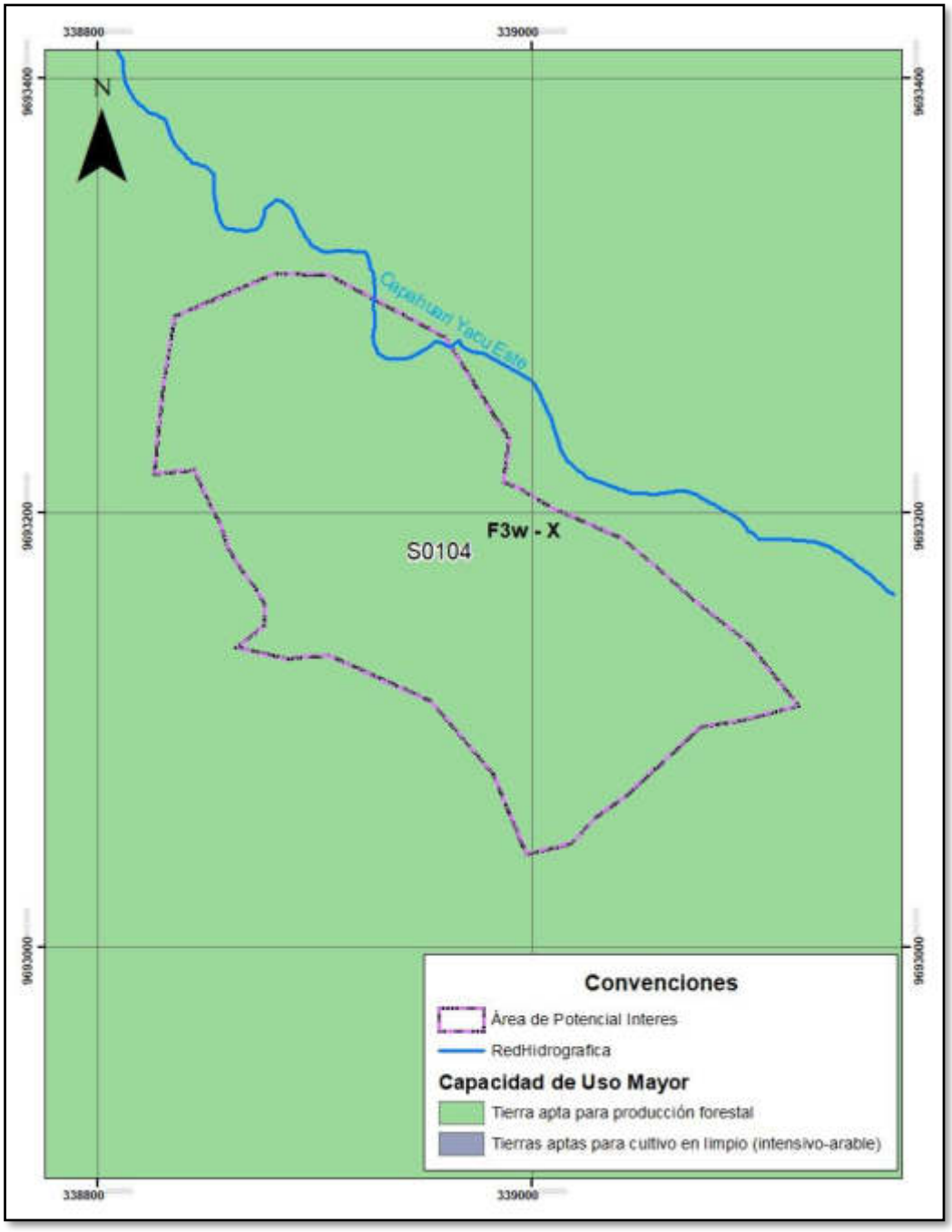


Figura 2-14. Capacidad de Uso Mayor del Suelo en el Sitio S0104 (Botadero km 2)
Fuente: Tomado del ONERN-MINAGRI, 1981.

2.2.7. Cobertura Vegetal

Según el mapa nacional de coberturas vegetales de MINAM del año 2015, la cobertura vegetal se clasifica como selva baja o bosque de la región amazonia tropical, se configura como bosque abierto alto con estado sucesional de vegetación secundaria alta. El paisaje en general es plan con pendientes ligeras entre 2 y 7 % con vegetación pionera y heliofita, también se presentan también bajos inundables en la zona. En el **Anexo 6.1,** se encuentra el mapa de cobertura Vegetal con la ubicación del sitio S0104 (Botadero km 2).

De acuerdo a lo observado en la etapa de reconocimiento para el Sitio Impactado S0104 (Botadero km 2) se configuran los siguientes tipos de cobertura:

- **Bosque de colina baja:** Esta unidad de cobertura vegetal involucra a los bosques desarrollados en dos tipos de geoformas (colinas bajas y lomadas). En cuanto al bosque ubicado en las colinas bajas, cuya superficie es mucho mayor que el de las lomadas, se desarrolla en tierras originadas por acumulación fluvial muy antigua y que se presenta con diferentes grados de disección o erosión.

- **Bosque de terraza baja (Btb):** Según el mapa nacional de coberturas vegetales del MINAM, este tipo de cobertura boscosa se ubica en la llanura aluvial de la selva baja ocupando las terrazas bajas tanto recientes como sub-recientes (inundables) y las terrazas antiguas o terrazas medias (no inundables). Por lo general se ubican por debajo de los 5m. de altura respecto al nivel de las aguas y con pendiente de 0-2 % formadas por sedimentos aluviónicos provenientes de los materiales acarreados por los ríos y quebradas que discurren depositados en el Cuaternario.

En lo que se refriere a la composición florística las principales familias identificadas fueron Arecaceae con predominancia de la especie *Socratea exorrhiza* (Cashapona), Euphorbiaceae con predominancia de la especie *Croton palanostigma* (Purmacaspi), Annonaceae con predominancia de la especie *Annona sp.* (Anonillo), así como la melastomataceae con predominancia de la especie *Miconia sp*. (cainillo).

En la **Figura 2-15**, se muestra la ubicación del área del sitio S0104 (Botadero Km 2) en el mapa Ecológico del Perú desarrollado por ONERN en el año 1995, el sitio se ubica en una zona de vida correspondiente a bosque muy húmedo Pre montano Tropical (transicional a bosque).

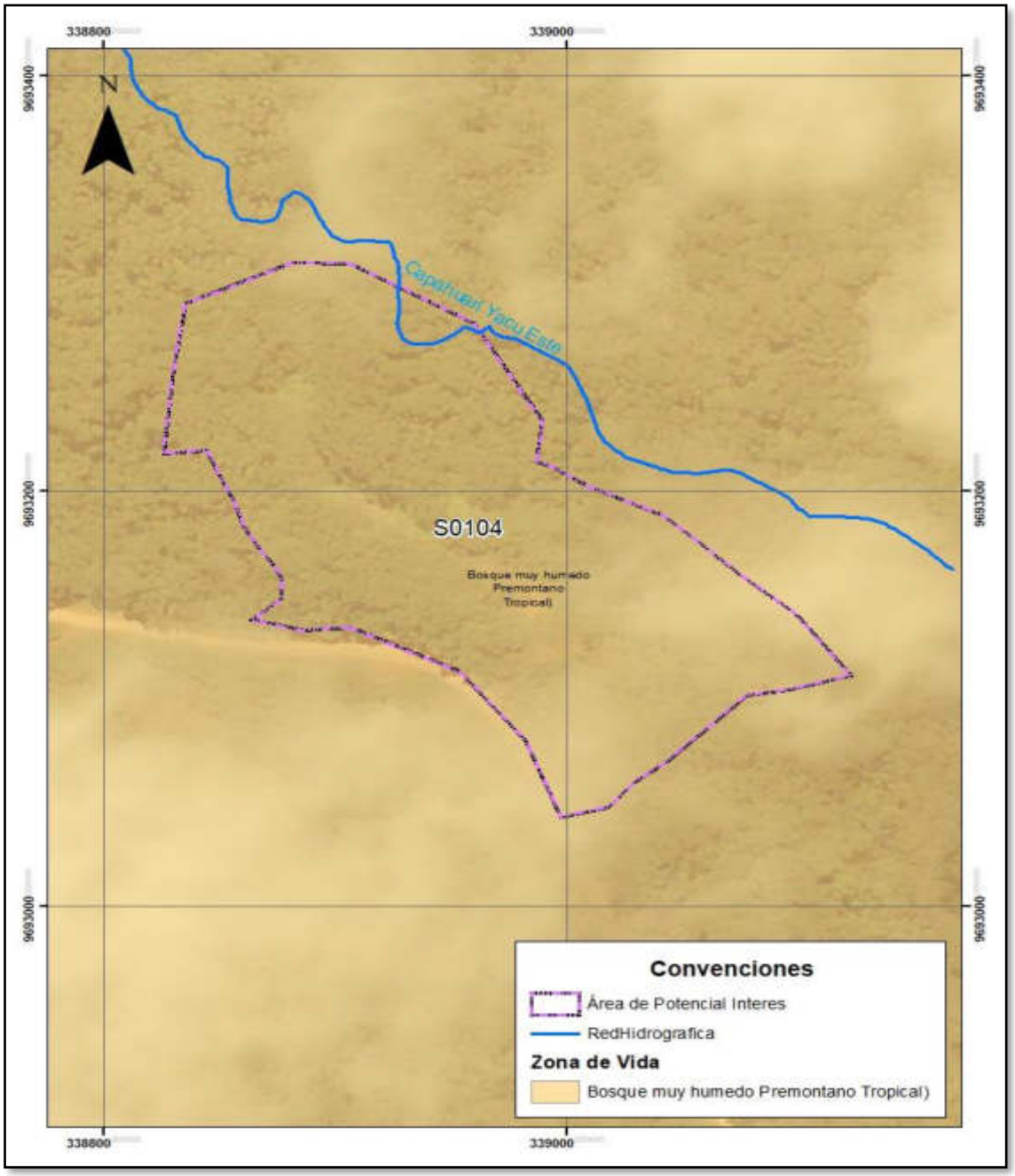


Figura 2-15. Zonas de Vida en el Sitio S0104 (Botadero Km 2)

Fuente: Tomado del Mapa Ecológico del Perú y adoptado por Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

2.3. Grupos de Interés (Actores Sociales y Claves)

La Comunidad Nativa de Nuevo Porvenir se encuentra ubicada al margen del Río Pastaza, en el distrito de Andoas, provincia Datem del Marañón, departamento y región Loreto. Está reconocida como Comunidad Nativa por el Ministerio de Cultura con referencia a la Resolución Directoral N.º 306-098-MINAG-DRA. Pertenece a la etnia quechua. Su territorio se encuentra saneado con el título de propiedad N.º 007-2014-GRL-DRA-L, otorgado por la Dirección Regional de Agricultura de Loreto.

2.3.1. Metodología del Levantamiento de la Información Social

La recolección de información social se desarrolló mediante la aplicación de cuatro (4) herramientas de carácter cualitativo y participativo, nos referimos a la entrevista, ficha comunal, mapa parlante y talleres o reuniones con los pobladores. El objetivo de la aplicación de estas herramientas era recabar información de fuentes primarias correspondientes al ámbito social, económico, cultural, geográfico entre otros que nos permitan conocer, analizar e interpretar la realidad social de la Comunidad Nativa de Nuevo Porvenir, así como también divulgar e informar sobre las actividades a realizar y los resultados de estas una vez fueron culminadas.

A continuación, se presentan las variables que consideraron las herramientas para el relevamiento de la información del componente social:

2.3.1.1. *Ficha Comunal*

Se elaboró un formato de relevamiento de información del componente social, el cual contiene los siguientes aspectos:

- Datos Generales
- Características de la Comunidad
- Religión
- Características de la vivienda
- Servicios básicos
- Servicios públicos
- Trabajos colectivos
- Medios de comunicación
- Vías de acceso a la comunidad
- Infraestructura pública y productiva
- Zona de interés público
- Actividades económicas
- Organización Comunal
- Otros Aspectos

A continuación, en la **Tabla 2-4**, se presenta el contenido de la ficha comunal que se aplicó con la Comunidad durante las actividades de campo y en el **Anexo 6.12** la ficha diligenciada correspondiente.

Tabla 2-4. Contenido Ficha Comunal

Ítem	Preguntas semiestructuradas
Datos generales	¿Cuál es el nombre de la comunidad? ¿A qué pueblo indígena u originario pertenece la comunidad? ¿Qué lenguas se hablan en la comunidad? ¿Cuál de ellas se habla con más frecuencia (poner en orden)? ¿A cuál federación pertenece la comunidad? Anexos o sectores ¿Cómo se organiza la comunidad?, ¿qué anexos o sectores tiene la comunidad? ¿Cuántas familias / personas viven en la comunidad? ¿Cuántos comuneros hay en la comunidad? ¿Cuántas familias no son indígenas?
Características de la comunidad	Año de creación ¿En qué año se creó la comunidad? Situación jurídica actual Tenencia de la tierra ¿Cómo se distribuye la tierra?
Religión	Evangélica, católica, adventista, ¿Otra?
Características de la vivienda	Paredes Techos

Ítem	Preguntas semiestructuradas
	Pisos
Servicios básicos	Agua para consumo Desagüe Energía eléctrica Manejo de residuos
Servicios públicos	Tipo de establecimiento (posta, centro educativo, botiquín comunal) Ubicación (en la comunidad o el más cercano) Estado Principales enfermedades en la comunidad Registro civil, Juzgado de paz
Trabajos colectivos	Nombre del trabajo Tipo de trabajo Actividades realizadas Frecuencia
Comunicaciones	Teléfono, Radio, TV, Internet
Vías de acceso a la comunidad	Localidad Tipo de vía Tipo de Transporte Distancia
Infraestructura pública y productiva	Tipo Cantidad Frecuencia de uso
Zona de interés público (lugares de importancia con valor cultural y social)	Tipo y nombre Ubicación Uso Estado
Actividades económicas	Agricultura Ganadería Caza Pesca Comercio y servicios Empresas Comunales
Organización Comunal	Nombre de la autoridad principal Pueblo indígena Tiempo de Gestión Tiempo de Renovación

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

2.3.1.2. *Entrevistas*

Para recolectar información de fuente primaria, se realizaron entrevistas en campo, dichas entrevistas estaban basadas en una serie de preguntas guía, (Ver **Anexo 6.12**) con el objetivo de relevar información general sobre la comunidad e identificar la percepción de los entrevistados sobre la problemática existente y la ejecución del proyecto. Previamente con la información recolectada con el APU se identificaron a los actores claves principales de la comunidad tales como la Madre Indígena, el Teniente Gobernador y el Agente Municipal a quienes se les realizo dicha entrevista (Ver **Fotografía 2-1**); así mismo, se realizaron otras entrevistas a pobladores de la comunidad y monitores ambientales, en la fase de reconocimiento cuya la información se registró por medio de un formato respectivo. Estos soportes se encuentran en el **Anexo 6.12.**

Fotografía 2-1. Entrevista con el APU y Junta Directiva
Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

2.3.1.3. *Mapas Parlantes*

Se desarrolló la técnica del mapa parlante con la participación de la Comunidad, esta técnica permitió que los pobladores participantes expresen y plasmen por si mismos toda la información necesaria de la comunidad y su entorno, lo cual nos permitió representar gráficamente a la comunidad y sus recursos, así como información socioeconómica, cultural entre otras. En mayor detalle, se pudo obtener la percepción de los pobladores respecto a la problemática ambiental, su relación con el entorno y el sitio impactado, logrando así ubicar espacialmente aquellas zonas de importancia para la comunidad (Zonas de Caza, Pesca, localización de zonas agrícolas y chacras, puntos de referencia), ubicación de infraestructura petrolera y la influencia que existe entre el sitio impactado y la comunidad nativa. Durante el ejercicio se logró recolectar información que posteriormente fue documentada para el proyecto.

2.3.1.4. *Talleres y Reuniones Informativas*

En la Comunidad Nativa de Nuevo Andoas se llevaron a cabo dos (2) Talleres de Difusión y dos (2) Reuniones Informativas, las cuales en orden cronológico se describen a continuación, relacionando los principales objetivos de cada espacio. Así mismo en el **Anexo 6.12** se encuentra el registro fotográfico de estas actividades de divulgación e información con la comunidad, así como también se encuentran las respectivas actas generadas.

- En el mes de enero del año 2018, se realizó la primera Reunión Informativa para dar inicio a la fase de reconocimiento, en la cual se realizó la presentación del grupo técnico del Consorcio CEV a la comunidad y se explicaron cada una de las actividades a desarrollar consistentes en el levantamiento de información primaria de cada uno de los sitios impactados y su relación con la Comunidad Nativa.

- En el mes de abril de 2018, se desarrolló el Taller de Ingreso, previo al muestreo de época húmeda, el cual consistió en dividir el auditorio en cuatro (4) grupos por cada área técnica (una de suelo y Sondeo Eléctrico Vertical, otra de perforación y agua subterránea, otra para agua superficial y otra para fauna y flora), en los cuales se explicaban sus actividades paso a paso con diagramas plasmados en papelotes construidos en equipo; posteriormente un líder comunero de cada grupo, divulgo al resto de los asistentes de la comunidad, los principales aspectos que realizaría cada frente de trabajo en cada uno de los componentes a muestrear de los sitios impactados.

- El tercer espacio llevado a cabo en el mes de agosto de 2018, fue la Reunión Informativa desarrollada para divulgar los resultados del muestreo de época húmeda e informar las actividades propias de la siguiente fase correspondiente al muestreo de época seca.

- En el mes de Julio de 2019, se llevó a cabo el Taller de Salida, que consiste en la socialización de los resultados finales de la caracterización del sitio impactado y la presentación oficial de la alternativa de remediación definida, conformando así la divulgación del Plan de Rehabilitación.

Otros espacios de participación con la comunidad fueron las charlas diarias de seguridad, la actividad lúdica por la celebración del día de trabajo y en general las actividades propias relacionadas con las labores diarias de cada frente de trabajo, los cuales generan una interacción entre comuneros y grupo técnico sirviendo también como fuente importante de información social.

2.3.2. Demografía y Población

Según el Sistema de Consultas de centros Poblados del Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI, la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir registra una población censada de 300 habitantes, distribuidos en 50 viviendas. Por nuestra parte y según la ficha comunal aplicada durante nuestra visita de campo, registramos la cantidad de 300 habitantes. Está reconocida como Comunidad Nativa por el Ministerio de Cultura con referencia a la Resolución Directoral N.º 306-098-MINAG-DRA. Pertenece a la etnia quechua. Su territorio se encuentra saneado con el título de propiedad N.º 007-2014-GRL-DRA-L, otorgado por la Dirección Regional de Agricultura de Loreto.

En la **Tabla 2-5**, se muestran las distancias entre el Sitio S0104 (botadero km 2) y la Comunidad Nativa de Nuevo Porvenir.

En el **Anexo 6.2**, se encuentra el mapa con la ubicación de la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir del Sitio S0104 (Botadero Km 2).

Tabla 2-5. Ubicación del Sitio Respecto a la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir

Ubicación del sitio en relación a la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir				
N°	**Nombre del Sitio Impactado-FONAM**	**Código del Sitio Impactado-OEFA**	**Distancia en Línea Recta a la C.N. Nuevo Porvenir**	**Distancia Por Acceso Terrestre a la C.N. Nuevo Porvenir**
1	Botadero Km 2	S0104	3,3 km Dirección Suroeste	8.9 Km

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

2.3.2.1. *Información General de la Comunidad*

La información referente a la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir se generó mediante la intervención directa en campo, en la cual se recabó información de carácter o fuentes primarias, también se recurrió a la búsqueda de información o fuentes de carácter secundario, existes en documentos de consulta e internet.

Nuestra intervención se basó en la Guía de Relaciones Comunitarias, Sub Sectores Electricidad, Hidrocarburos y Minería del Ministerio de Energía y Minas, en los cuales se establecen los procedimientos de acercamiento recomendable respecto a una comunidad o población, los cuales se desarrollaron con éxito para el acopio de información social, visitas y entrevistas a las autoridades comunales y otros de interés del proyecto que nos permitieron generar la siguiente información:

- **Pueblo Indígena**: Quechua
- **Grupo étnico**: quechua
- **Lengua indígena**: quechua

- **Organización**: FEDIQUEP – Federación Indígena Quechua del Pastaza.

- **Situación jurídica**: título de propiedad N.º 007-2014-GRL-DRA-L, otorgado por la Dirección Regional de Agricultura de Loreto.
- **Ubicación**: La Comunidad Nativa Nuevo Porvenir se ubica en el Distrito de Andoas, Provincia Datem del Marañón, Departamento y Región Loreto.
- **Población**: habitantes — Fuente: INEI, Sistema de Consultas de Centros Poblados: 300 habitantes. Fuente: Ficha Comunal – Censo interno: 300 habitantes.
- **Tradiciones**: Practican técnicas ancestrales y tradicionales de caza y pesca, así como la medicina tradicional con plantas curativas.
- **Religión**: Las personas de la Comunidad en su mayoría profesan la religión evangélica, muestra de ello es la existencia de un templo donde se reúnen y realizan su culto, también se identificaron algunos pobladores que profesan la religión católica pero no cuentan con una iglesia.

2.3.3. Espacios Educativos

En la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir se ubica la Institución Educativa N.º 601529, en la cual se imparte la educación en los niveles inicial y primaria, registra una población estudiantil de 53 alumnos y 3 docentes. En el nivel inicial se contabilizan 22 alumnos y un docente, mientras que en el nivel primaria se contabilizan 31 alumnos y dos docentes, ambos niveles son de género mixto. Los alumnos que acceden al nivel secundaria deben trasladarse hasta la comunidad vecina de Nuevo Andoas, algunos estudiantes de la Comunidad que cuentan con medios económicos, se trasladan hasta las ciudades de Iquitos o Lima para estudiar la secundaria y/o estudios superiores.

El Programa de Educación Intercultural Bilingüe está presente en la Institución Educativa N.º 601529, es por ello que la UGEL – Alto Amazonas, ubicada en la ciudad de San Lorenzo, capital de la provincia del Datem del Marañón, designa maestros bilingües (castellano-quechua) para ambos niveles.

El Programa Alimentario Escolar Qali Warma, está presente en la Institución Educativa N.º 601529, donde provee de desayunos y almuerzo a los escolares. Por su parte los padres de familia afirman que existen problemas con la calidad de los productos y la insuficiencia de los mismos. Al interior de la Comunidad se identificó el Club de Madres, organización encargada de la preparación y conservación de los recursos entregados por el programa Qali Warma, las mujeres integrantes se organizan diariamente para turnarse en la cocina y brindar la alimentación a los niños; factor que estimula la asistencia regular a clases. la escuela cuenta con Asociación de Padres de Familia (APAFA), quienes reciben los alimentos en la comunidad y son responsables de su disposición final.

Respecto al programa de Educación Intercultural Bilingüe (EIB), existe un cierto malestar en la gran parte de los padres de familia con relación a los docentes o maestros quechuas que designa la UGEL–Alto Amazonas, quienes en su mayoría son "mestizos" pues no son originarios de su etnia o cultura.

Respecto a la infraestructura y funcionamiento de la institución educativa se determinó que hacen uso de aulas multigrado, en el cual existe un notorio deterioro de las instalaciones.

De acuerdo a la opinión general de padres de familia y docentes, se verifica que los resultados de la educación del ámbito de diagnóstico son deficientes. Las principales causas identificadas asociadas al problema del aprendizaje en la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir son: desnutrición crónica, número de profesores reducido con respecto a la población estudiantil, infraestructura inadecuada y útiles escolares deficientes.

Con respecto a la transmisión indígena del conocimiento, el cual es un aprendizaje vivencial que parte de los conocimientos colectivos que cada individuo incorpora, se puede afirmar que la educación

indígena tradicional se basa en experiencias vividas, por lo tanto, se transmite principalmente a partir del aprender haciendo (Mayor Aparicio & Bodmer, 2009)[2], es por esto que los padres transmiten las enseñanzas ancestrales a sus hijos desde muy temprana edad, en un primer momento desde los cero a los seis años están bajo el abrigo de la madre, quien les dotara de los conocimientos de las tareas de la casa y ayudar en las tareas hogareñas y de las actividades de siembra y cosecha en la chacra. Luego pasan al abrigo del padre, quien transmite las habilidades de caza, pesca y en general destrezas relacionadas con la vivencia en selva, invitando al niño a acompañarlo a estas actividades, con el fin que se interioricen de forma práctica.

Este traslado de conocimiento ancestral o de destrezas de la vivencia en selva, es integro como, por ejemplo, el conocer cómo identificar una buena vara de yuca, hasta como reconocer plantas medicinales, arboles maderables y frutales, tipos de pescados, animales de monte, formas de tránsito en bosque y rio, además de fomentar valores para su vida cotidiana, así como también cual debe ser su comportamiento al interior de la comunidad para evitar exponerse a una sanción. (Rafael Karsten, Segunda edición 2000).

A continuación, en la **Tabla 2-6**, se relaciona los datos demográficos de la población de Nuevo Porvenir a nivel educativo.

Tabla 2-6. Distribución de Población Escolar y Características de Instituciones Educativas

Comunidad	Nivel	N. de alumnos	N. de profesores	Característica	Bilingües	Tipo de Infraestructura
Nuevo Porvenir	Primaria	31	2	Polidocente / Multigrado	Si	Material Noble
	Inicial - Jardín	22	1			

Nota: Consultado en enero 2019 en http://escale.minedu.gob.pe/uee/-/document_library_display/GMv7/view/5139631

Fuente: Tomado de Estadística de la calidad Educativa- Escale, 2018.

2.3.4. Salud

La Comunidad Nativa Nuevo Porvenir no cuenta con un establecimiento de Salud en su jurisdicción, los pobladores que requieran de este servicio, deben trasladarse hasta la Comunidad vecina Nuevo Andoas, donde se ubica el Puesto de Salud más cercano, perteneciente a la Microred y Red de Salud Datem del Marañón - San Lorenzo, con categoría I-I; este establecimiento cuenta con un (1) médico y dos (2) enfermeras, el segundo centro es la Unidad Médica de la empresa operadora la cual atiende solo a emergencias, ubicada en las instalaciones del lote 192 (Ex lote 1AB), que actualmente apoya de manera limitada.

La Comunidad no cuenta con una hidroambulancia, para lo cual se recurre al operador del lote o alguna empresa contratista para las evacuaciones de emergencia médica. También se presentan casos por problemas infecciosos del grupo IRA (Infecciones Respiratorias Agudas) y EDA (Enfermedades Diarreicas Agudas), en niños menores de cinco (5) años; esta última podría estar asociada a factores del entorno (disposición inadecuada de residuos y/o presencia de vectores) y el consumo de agua no tratada, como también a posibles deficiencias en la higiene de preparación de alimentos y/o lavado de manos, asociado a la ausencia de un eficiente sistema de desagüe y tratamiento de aguas residuales domésticas.

La situación relacionada con las Enfermedades Diarreicas Agudas (EDA), fue evidenciada en el año 2014 con la Declaratoria de Emergencia Sanitaria, Decreto Supremo No. 006-2014-SA, formulada para las cuencas de los ríos Pastaza, Corrientes y Tigre, que evidencio la carencia de sistemas de abastecimiento de agua apta para el consumo humano en diversas localidades dentro del ámbito territorial o que, contando con dichos sistemas, no estaban funcionando adecuadamente, lo que conllevo a que la población consumiera agua que mostraba valores que no cumplían los límites

[2] Pueblos Indígenas de la Amazonia Peruana, Pedro Mayor Aparicio – Richard Bodmer, 2009.

máximos permisibles para el consumo humano, de conformidad con lo establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

En las poblaciones indígenas la relación entre salud y enfermedad ha estado vinculada a procesos curativos efectuados por curanderos, chamanes y especialistas locales con conocimiento en el uso de plantas medicinales. Así mismo, son las madres y las abuelas quienes manejan un conocimiento de plantas y otros recursos curativos para enfermedades no tan graves y cotidianas (PNUD, 2018)[3].

En la **Tabla 2-7**, se presentan las enfermedades que se tratan en el puesto de salud Nuevo Andoas. Esta información se recolecto en campo por medio de la ficha comunal en época húmeda.

Tabla 2-7. Enfermedades Tratadas en Puesto de Salud Nuevo Andoas

Puesto de Salud Nuevo Andoas	
Ítem	**Descripción**
Morbilidad	- IRAs, EDAs, malaria, VIH, sífilis, hepatitis B, el índice de desnutrición alcanza el 80% en niños. - Se registraron casos de diarreas severas por ingesta de pescado contaminado.
Salud infantil	- Gracias al Programa Juntos, las madres acuden de manera regular al control de rutina de sus niños. - Alta desnutrición y anemia infantil; alimentación rica en carbohidratos (yuca), poca carne y verduras.

Nota: Consultado durante la visita a campo en época húmeda abril, 2018.
Fuente: Información recabada del Puesto de Salud "Nuevo Andoas".

2.3.5. Servicios Básicos

2.3.5.1. *Características de las Viviendas*

En las viviendas de la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir predomina el uso de la madera, como materia prima principal para la construcción de las paredes, techos y pisos. Una característica general que presentan la totalidad de las viviendas, es la elevación de sus pisos con relación al nivel del suelo, en la cual se puede notar una altura aproximada de hasta un (1) metro, los pobladores indican que esta es una medida preventiva para protegerse de las crecidas de ríos u otros factores del clima. Los techos de las viviendas son generalmente de calaminas, hojas de palmeras o madera. El interior se caracteriza por presentar un espacio amplio ubicado al ingreso o entrada de la vivienda, la cual en su mayoría se utiliza como almacén de alimentos no perecibles, herramientas, entre otros. Seguido se ubican las habitaciones y en espacios independientes encontramos los servicios higiénicos y la cocina, que están más relacionados con las huertas de las viviendas, donde realizan el lavado de prendas.

De acuerdo con la información recolectada se observó que los materiales de construcción de mayor uso en las viviendas son:

- Paredes: Elaboradas en su mayoría de madera.
- Techos: En su mayoría son cubiertos por planchas de calamina, hojas de palmera o madera.
- Pisos: Son de madera, elevado con relación al nivel del suelo.

Si bien las viviendas carecen de ciertos servicios básicos, la provisión permanente de electricidad, facilita el uso de televisores con antena de cable, radios utilizados para escuchar música ya que la sintonía de emisoras es de baja calidad y celulares.

Cabe destacar que dentro del concepto indígena la vivienda no se limita específicamente al conjunto habitacional; este se extiende al territorio de la comunidad en general, el cual es su "vivienda" donde

[3] Estudio Técnico Independiente, ETI – Numeral 4.10 Salud, 2018.

se desarrollan sus actividades cotidianas y de interacción con demás pobladores y elementos del entorno.

Para las poblaciones indígenas amazónicas, los territorios constituyen hábitats integrales donde el medio ambiente y las prácticas culturales se articulan para su subsistencia. Ellas dependen directamente de las tierras para desarrollar sus diferentes actividades productivas y simbólicas. Para los indígenas Quechua, Achuar y Kichwa del Pastaza, Corrientes y Tigre, los territorios donde habitan y han habitado están intrínsecamente relacionados con sus modos de vida y cosmovisión (PNUD, 2018)[4].

Para los indígenas el territorio es el embrión que dio origen a la existencia de pueblos con culturas e identidad propia. Si no tienen territorio, se consideran pueblos indígenas sin vida y, por tanto, sentenciados a ser exterminados (Pedro Mayor Aparicio – Richard Bodmer, 2009).

2.3.5.2. *Agua y Saneamiento*

En la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir el sistema de saneamiento básico carece de conexiones de agua potable, desagüe y sistema de disposición de residuos. La falta de tratamiento al agua destinada para el consumo humano (preparación de alimentos y aseo personal), fomenta la alta incidencia en enfermedades gastrointestinales.

La comunidad cuenta con un punto de agua tratada instalado por la empresa INCLAM el año 2015, en el marco del Programa de Saneamiento Rural (PNSR) del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. La captación de agua es del rio Pastaza, el cual se bombea hacia la planta de tratamiento operada por INCLAM, esta a su vez es destinada como agua tratada a la población a través de piletas de agua.

Las familias de la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir manifestaron que cuentan con agua para consumo humano, la cual obtienen directamente desde las piletas cercanas a sus domicilios, estas son empleadas para el lavado de servicios de cocina y otros de uso doméstico, algunas familias realizan el consumo directo de la fuente y solo algunos usan desinfección del agua mediante la aplicación de cloro.

Los desagües de las viviendas están conectados mediante tuberías que desembocan directamente al Río Pastaza, la mayoría de las viviendas cuentan con servicios higiénicos en sus domicilios.

2.3.5.3. *Electrificación*

Durante el periodo de permanencia de la empresa Pluspetrol, la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir, se abastecía de energía mediante un generador independiente, la instalación y conexiones domicilias fueron realizadas por el Gobierno Regional de Loreto. Los comerciantes locales (tiendas, bodegas o establecimientos) pagaban un monto de 10 soles mensuales por consumo de energía, mientras que los moradores de las viviendas aportaban 5 soles, estos pagos se destinaban al mantenimiento del sistema o red.

En la actualidad la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir, se abastece de energía eléctrica las veinticuatro (24) horas del día a través del sistema eléctrico de la Empresa Operadora del Lote 192 (Ex lote 1AB). Este servicio solo beneficia a las comunidades de Nuevo Porvenir, Nuevo Andoas y Los Jardines. En el sitio S0104 (Botadero km 2) no se cuenta con energía eléctrica.

2.3.6. Comunicación

La Comunidad Nativa Nuevo Porvenir cuenta con señal celular óptima de los operadores Claro y Movistar. La mayoría de familias cuenta con equipos de radio televisor y comunicación celular, no cuentan con acceso a internet.

[4] Estudio Técnico Independiente, ETI – Numeral 4.4 Comunidad y Territorio, 2018.

A continuación, en la **Tabla 2-8,** se presenta información acerca de las opciones o infraestructura de comunicación en la Comunidad Nuevo Porvenir.

Tabla 2-8. Medios de Comunicación en la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir

Comunidad Nativa	Comunicaciones			
	Señal de celular (voz)	Internet	Radio	Televisión
Nuevo Porvenir	Movistar Claro	No	Se sintonizan RPP Noticias. Mayoría de fam. tiene equipo (música con USB)	Se sintoniza con cable Direct TV. Mayoría tiene equipo

Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

2.3.7. Vías de Transporte

La comunidad de Nuevo Porvenir cuenta con las siguientes vías de transporte:

- **Vía Aérea**: El aeropuerto, que forma parte de las instalaciones del Lote 192 (Ex lote 1AB), está ubicado en la Comunidad Nativa de Nuevo Andoas. En la actualidad la empresa operadora Frontera Energy contrata con la Aerolínea LCP Perú dos vuelos semanales programados los días lunes y viernes, para el traslado de su personal. Conforme a los acuerdos firmados con las comunidades del área de influencia directa; la empresa otorga cupos de vuelo gratuitos a la comunidad en coordinación con las autoridades comunales.

  La unidad aérea parte de la ciudad de Lima con destino a la Comunidad Nativa de Nuevo Andoas en un viaje que dura dos (2) horas de vuelo aproximadamente, luego se dirige a la ciudad de Iquitos en un viaje que dura una (1) hora de vuelo aproximadamente, luego retorna a la comunidad de Nuevo Andoas, y finalmente a la ciudad de Lima.

- **Vía Fluvial**: Es la principal vía de conexión entre el distrito Andoas y la capital de la provincia San Lorenzo, las ciudades de Yurimaguas e Iquitos. El eje principal está formado por los ríos Marañón y Pastaza navegables durante todo el año. El tiempo de navegación entre San Lorenzo y Andoas es de 9 horas en un deslizador de motor 150HP a 200HP y de hasta 3 días en un motor peque de 15HP.

  Durante la época húmeda (creciente), la cual inicia en abril-mayo, se inundan extensas áreas de selva baja debido a su cauce inestable, con frecuencia abandonan el antiguo cauce, abriendo otro nuevo. Los cauces abandonados originan lagos en formas de herraduras, tiene abundante caudal garantizando la navegación.

  Durante la época seca (vaciante), que corresponden a los meses entre Julio y septiembre, la condición de navegación en los ríos es variable y estacional, presentando las mayores restricciones, que a su vez significa mayores costos sea por pérdida de tiempo en navegación, posibles daños a las naves, pérdida de profundidad en los canales de acceso a los puertos, etc.

- **Vía Terrestre**: El transporte al interior de las comunidades se da por las vías terrestres existentes, las cuales fueron construidas por la empresa operadora para el acceso a las instalaciones industriales tales como baterías y locaciones o pozos. Dichas vías desmejoran sus condiciones con el alto tráfico de vehículos, maquinaria pesada o las condiciones climáticas, pues en época de lluvias en algunos sectores no se puede transitar o se dificulta el tránsito. A las comunidades vecinas tales como Nuevo Andoas, el traslado es en unidades vehiculares (camionetas o motocar) con un tiempo estimado de 15 minutos y a la Comunidad Nativa de Los Jardines se estima un tiempo de 35 minutos. Adicionalmente existe una vía nacional que comunica las cuencas Pastaza, Corrientes y Tigre con sus respectivas comunidades. Desde Nuevo Andoas hasta la comunidad de Olaya existe una distancia de 59 km, y hasta la comunidad

12 de octubre existe una distancia de 119 km. Esta vía no es transitable durante todo el año, en época de lluvias no es posible el tránsito de vehículos en ciertos sectores de la vía.

2.3.8. Aspectos Económicos

Las principales actividades desarrolladas por la comunidad son:

2.3.8.1. *Agricultura y Ganadería*

Una de las actividades a la que se dedica la Comunidad es la agricultura, que brinda a las familias el abastecimiento de alimentos de sustento.

La agricultura es la actividad económica de mayor importancia realizada por los pobladores de la Comunidad. La importancia de esta actividad radica en que brinda a las familias locales los principales insumos que forman parte de su alimentación diaria, siendo, además, una actividad que les genera ingresos económicos cuando comercializan sus productos. Sin embargo, por el método de apertura de las áreas para cultivo, se producen impactos negativos por la constante práctica del "tumba, roce y quema" de árboles y arbustos con el fin de ampliar los terrenos para el cultivo.

Los principales productos agrícolas que se cultivan son: Yuca, plátano, maíz, tomate, respecto a los frutales que se cultivan tenemos: Plátano, limón, toronja, cocona y papaya. De todos ellos la yuca y el plátano, mayormente crecen casi de manera silvestre, resultan ser el alimento base de la mayor parte de la comunidad, sobre todo, de aquellas familias de bajos recursos. La mayor parte de la producción está destinada al autoconsumo y en algunos casos para su comercialización; en este último caso, los productos y subproductos que se comercializan se efectúan en la Comunidad nativa de Porvenir.

Otra actividad predominante es la ganadería (vacas y chanchos) y la crianza de animales menores, principalmente aves de corral como: pollos, patos y gallinas; orientada esencialmente al autoconsumo y en ciertos casos al comercio dentro de las mismas comunidades y entre ellas.

La actividad ganadera que se practica en la zona es limitada. Los bajos precios y la difícil accesibilidad a los mercados, hacen que esta actividad no sea rentable.

El Fondo de Cooperación para el Desarrollo – FONCODES, el cual es un programa perteneciente al Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social - MIDIS, está presente en la comunidad nativa Nuevo Porvenir desde el año 2014, ejecutando el programa especial Noa Jayatai, que significa "vamos a crecer", a través de este programa se ha favorecido a muchas familias en condiciones de pobreza y extrema pobreza, dotándolas de animales menores o aves de corral (gallinas y patos), cabezas de ganado vacuno, proyectos agrícolas, emprendimiento y otros conocimientos relacionados con la actividad económica.

PEDAMAALC inicia sus actividades en la comunidad nativa Nuevo Porvenir en el año 2015, con la implementación del proyecto "Mejoramiento De La Productividad Agropecuaria Mediante El Fortalecimiento De Capacidades Y Transferencia Tecnológica En 35 Comunidades Nativas De Las Cuencas De Los Ríos Pastaza, Tigre, Corrientes Y Marañón De La Región Loreto", proyecto que la fecha sigue en ejecución, mediante la dotación de cabezas de ganado vacuno, capacitaciones, habilitación de áreas de cultivos, transferencia tecnológica y otros aspectos relacionados a la forestación y reforestación en las comunidades involucradas.

La crianza de animales menores como pollos, gallinas y patos es una actividad que se practica de manera particular por las familias para asegurar la fuente de alimento, es destinada para el autoconsumo, sin embargo, en algunas oportunidades son destinados para la venta constituyendo una fuente de ingreso complementario.

La crianza de animales se realiza dentro del área de la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir, distantes de al sitio S0104 (Botadero km 2), el ganado se encuentra en corrales y los animales menores (gallinas, patos) en la huerta de sus viviendas.

2.3.8.2. *Caza*

Otra actividad es la caza de animales de monte destinada a obtener carne para la alimentación familiar. Los animales que acostumbran cazar son: monos, sajino, venado, majaz o picuro y aves.

Las principales zonas para la actividad de caza son las áreas de bosques de la carretera central, que abarcan para la caza desde el Km 4 hasta el Km 22 de la cuenca del Pastaza, la mayoría tiene que trasladarse hacia zonas lejanas (adentrarse en el monte – carretera principal) lo cual implica un mayor tiempo y energía a emplear.

Por otro lado, la actividad de la caza es realizada para abastecerse de carne que complementa la dieta alimenticia de la Comunidad. Los principales instrumentos empleados para cazar son: la flecha, la retrocarga y la trampera. El Sitio S0104 (Botadero km 2) se encuentra dentro del área donde se realizan actividades de caza por parte de la población.

Se resalta el hecho de que en los últimos años tanto la caza como la pesca se han convertido en actividades complementarias para la economía de las familias.

2.3.8.3. *Pesca*

En la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir la pesca es una esta actividad se realiza en los ríos mayores (río Pastaza), menores, quebradas y cochas; para realizar la actividad de pesca se emplean herramientas tradicionales como el anzuelo, atarraya y red; entre las especies pescadas con mayor frecuencia figuran el boqui chico, la palometa, lisa, fasaco, doncella, dorado y sábalo. No obstante, en los cuerpos de agua estacionales que se encuentran en el sector del Sitio S0104 (Botadero km 2) no se realiza la pesca.

La cuenca donde los comuneros practican la pesca es el rio Pastaza, en los cuerpos de agua estacionales que se encuentran en el sector del Sitio S0104 (Botadero km 2) no se practica la pesca.

De acuerdo a la información suministrada por Sr. Saulo Cachay Ramírez – monitor ambiental de la zona, el río Pastaza es la principal cuenca de donde los comuneros obtienen sus alimentos ricos en proteínas. Sin embargo, se debe tener en cuenta que, en los últimos años, según lo comentado por el monitor ambiental, la cantidad de especies de peces han disminuido considerablemente debido al impacto producto de la actividad petrolera en las zonas de pesca.

La actividad de la pesca se desarrolla de una manera artesanal, esta práctica se desarrolla principalmente para autoconsumo, las herramientas tradicionales utilizadas son (anzuelo, atarraya, red). Por otra parte, algunos pobladores minoritarios que se dedican a esta actividad utilizan el barbasco (veneno natural para los peces) como método de pesca efectivo, el uso del barbasco lo emplean en las cochas de la zona, los moradores son conocedores de que este método de pesca no es apropiado, sin embargo, el porcentaje del uso de este veneno es mínimo, no afecta la mortalidad de otras especies, por esta razón no genera desequilibrio en el ecosistema ya que es una planta natural, y su uso es mínimo para la pesca.

Las actividades de pesca son realizadas por los comuneros, en los espacios diferentes a los que se trabajan en la empresa comunal.

2.3.8.4. *Recolección*

En la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir se realiza la colecta de hojas, flores, raíces, tallos, cortezas y frutos silvestres para la preparación remedios y se administran en forma de infusiones, cocimiento,

frotaciones, emplastos; por ejemplo, se emplean como expectorante el limón ajo y otros; como sudorífico la zarza parrilla; diuréticos como la cola de caballo, mate de cebada tostada; los reguladores de la bilis son; la alcachofa, diente de león, Romero y otros, estimulantes como la coca; alucinógenos como el floripondio, ayahuasca, etc. Las especies de plantas medicinales son silvestres por lo tanto estas crecen naturalmente, y de acuerdo a las entrevistas y avistamientos en campo, se constató que existen especies de plantas medicinales en el Sitio S0104 (Botadero km 2).

2.3.8.5. *Comercio*

Otra actividad que se realiza en la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir es el comercio, resalta la venta de abarrotes y la venta de comida.

Los pobladores de las comunidades cercanas, incluyendo la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir, venden sus productos (agrícolas, de caza, de pesca) a los comerciantes de Nuevo Andoas.

Según lo manifestado en el Estudio Técnico Independiente – ETI, las poblaciones nativas comienzan a asentarse de manera más permanente cerca de las áreas de operaciones petroleras (campamentos y baterías de producción), a fin de tener acceso a bienes manufacturados, empleos esporádicos y servicios. Así se configura una concentración moderada de población en sitios como Nuevo Andoas, conformando centros poblados y comunidades nativas[5].

Los comerciantes locales de las comunidades cercanas se trasladan por el Rio Pastaza hacia las comunidades Nativa Nuevo Andoas en embarcaciones pequeñas con motor, para la comercialización de productos, no se transita por el Sitio impactado S0104 (Botadero km 2).

2.3.8.6. *Empresa Comunal*

La Comunidad Nativa Nuevo Porvenir cuenta con la Empresa Comunal Porvenir de Responsabilidad Limitada (ECOPOR), que genera puestos de trabajo para los moradores y en algunos casos para terceros.

ECOPOR está conformada por socios y es administrada por una gerencia encargada de realizar las gestiones para la celebración de los contratos de servicios con la empresa operadora. En el caso de los contratos laborales para la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir, estos tienen una duración de 28 días y pueden ser renovables y son rotativos entre todos los moradores. Las principales actividades a las que se dedican son: el chaleo (cultivos de malezas), mantenimiento de áreas con malezas, soldadura de unidades vehiculares y tala de árboles.

Estos trabajos lo realizan para las empresas que la requieran a través de la empresa Comunal llamada, Empresa Comunal Porvenir de Responsabilidad Limitada (ECOPOR), la empresa operadora hace uso de estos servicios para el mantenimiento de las áreas donde tienen actividad de hidrocarburos.

2.3.9. Prácticas Culturales

La Declaración Universal sobre la Diversidad Cultural de la UNESCO define cultura como *"conjunto de rasgos distintivos espirituales y materiales, intelectuales y afectivos que caracterizan a una sociedad o a un grupo social y que abarca, además de las artes y las letras, los modos de vida, las maneras de vivir juntos, los sistemas de valores, las tradiciones y las creencias* (PNUD, 2018)*"*.

A partir del concepto de cosmovisión, la cultura es el conjunto de pensamientos, creencias, y prácticas que un grupo maneja para organizar su existencia y orientar su destino. (Pedro Mayor Aparicio – Richard Bodmer, 2009).

[5] Estudio Técnico Independiente, ETI – Numeral 4.4 Comunidad y Territorio, 2018.

Así entonces en la Comunidad Nativa la riqueza cultural, radica en los mitos y leyendas que en los comuneros más ancianos se mantienen y con respecto a los valores morales y éticos, la relación con la tierra, sus cultivos, los bosques, los animales y las creencias son reconocibles entre los comuneros. Esto se evidencio a partir de las entrevistas desarrolladas y en lo observado en las semanas de trabajo e interacción con la comunidad, así como también en la relación laboral con los trabajadores comuneros que hicieron parte de cada grupo técnico.

También se evidencio que una práctica común dentro de la economía solidaria de la comunidad es la labor que realizan por medio de la *minga*, que consiste en realizar un trabajo compartido para el bien común de la comunidad o de la familia y tiene carácter voluntario y recíproco (ETI – Numeral 4.6 Comunidad y Territorio, 2018). Las *mingas* las realizan o para la limpieza de algún sector de la comunidad o construir y/o reparar alguna estructura. Esta actividad comunal, así como las reuniones familiares, pueden venir acompañadas de una práctica cultural importante para los comuneros que es la preparación y consumo en grupo del *masato*; bebida fermentada a partir de la consecución de yuca, más ciertas cantidades determinadas de agua.

Con respecto a los cantos, músicas y bailes ancestrales, se evidencio que en cierta medida en los jóvenes principalmente, han venido desapareciendo, por el ingreso de los ritmos occidentales, así como los ritos y tradiciones, los cuales han sido en la actualidad cristianizados.

Por otro lado, la diversidad cultural de la comunidad está relacionada con los espacios naturales, lo que a su vez se responde a las modalidades económicas que han venido incorporando las comunidades, teniendo en cuenta la agricultura, ganadería, caza, pesca, recolección y comercio. A pesar de que la influencia de estos nuevos sistemas socio-económicos ha provocado en las sociedades indígenas un cambio en su cultura y su patrón de vida, la relación esencial entre estas comunidades y la biodiversidad de la selva amazónica continúa siendo de vital importancia para su cultura y sus modelos socio-económicos (Moran, 1993).

Por ultimo otra práctica que hace parte de la cultura de las comunidades y se mantiene actualmente es el transito fluvial que conectan las comunidades, siendo la navegación de los ríos una de las principales prácticas ancestrales. Estas actividades fluviales sirven de integración y son comunes entre comunidades y en algunos casos para compra de materiales, comercio e intercambio de productos de pan llevar cuando hay escases de alimentos. Por esto se afirma que la hidrografía de la cuenca, "es un factor muy importante en el desarrollo cultural de la zona, especialmente por el establecimiento de redes o circuitos de intercambio de bienes que, aprovechando estas rutas de comunicación fluvial, conectaron no solo a los grupos humanos de la Amazonía, sino también entre los grupos de las sociedades de los Andes y la costa con la Selva, en todas las direcciones" (Rivas, Medina, Abanto, Río y Caldas; 2008).

Para el Sitio S0104 (Botadero km 2) se desarrolla la actividad de caza, mas no de pesca, mencionados en el numeral **2.3.8.2** y **2.3.8.3**, no hay actividades recreativas y culturales en el sitio.

2.3.10. Grupo de Interés

2.3.10.1. *Identificación de Actores Sociales*

Los actores sociales están constituidos por: Representantes municipales, los cuales están acreditados por la actual gestión, dirigentes de comunidades nativas (APU, agente municipal, teniente gobernador) afiliados en su mayoría a federaciones indígenas representadas por sus presidentes y asesoradas por profesionales técnicos y legales externos.

En la comunidad nativa de Nuevo Porvenir se desarrolla continuamente la asamblea comunal, en el que se convoca a todos los moradores, esta actividad se celebra "por oportunidad / ocasión"; en especial a la partida o llegada del viaje de sus autoridades para la rendición de las gestiones realizadas o por organización de algún evento particular (faenas para inicio de clase, aniversario de la comunidad, llegada de alguna autoridad estatal).

Además de los actores sociales representantes del MIDIS, GOREL y MINAGRI, quienes buscan articular en conjunto las principales estrategias nacionales en materia de inclusión social y desarrollo hacia la Comunidad de Nuevo Porvenir. En la **Figura 2-16**, se presenta la relación entre los actores sociales de la Comunidad Nativa de Nuevo Porvenir.

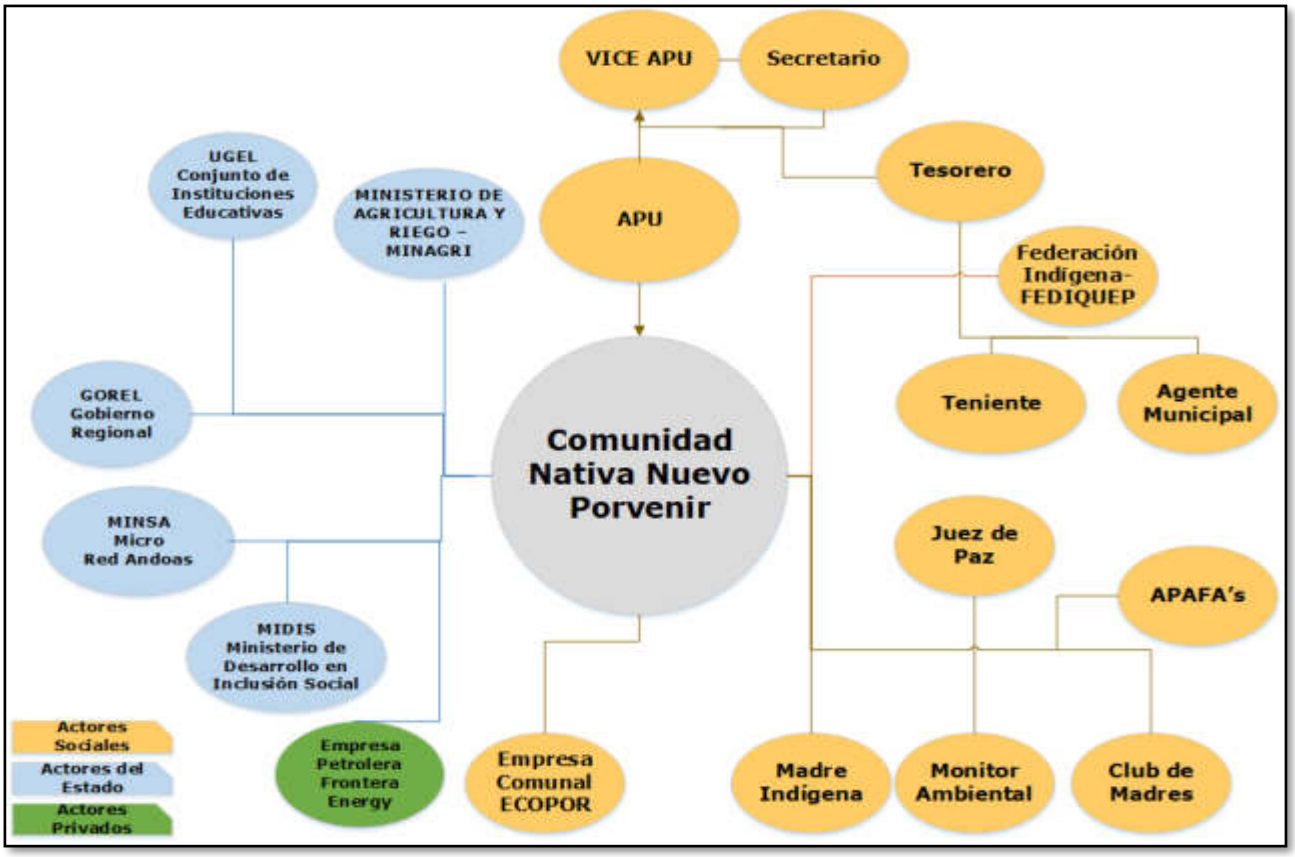


Figura 2-16. Identificación de Actores Sociales de la Comunidad Nativa de Nuevo Porvenir
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

A continuación, se describen las diferentes instituciones públicas o privadas que están presentes en la comunidad nativa de Nuevo Porvenir, ya sea por medio de programas o de forma directa.

- **Ministerio De Desarrollo E Inclusión Social (MIDIS**)

En el año 2014 se creó la Comisión Multisectorial de carácter temporal denominada "Desarrollo de las Cuencas del Pastaza, Tigre, Corrientes y Marañón, del departamento de Loreto", con la finalidad de proponer medidas que permitan mejorar las condiciones sociales y ambientales de las poblaciones de esta zona[6]. Es en este contexto que el MIDIS inicia su intervención en la comunidad nativa Porvenir, en la cual implementa los programas; Juntos, Qali Warma, Pensión 65 y FONCODES, involucrando a las demás poblaciones de los distritos de Tigre, Andoas, Pastaza, Trompeteros, Urarinas y Parinari.

A continuación, se describe brevemente los programas a través de los cuales el MIDIS se hace presente en la comunidad nativa Nuevo Porvenir. Es conveniente precisar que algunos de estos programas son de carácter permanente de tipo asistencial y otros de carácter temporal de tipo productivo.

[6] MIDIS, Memoria Institucional 2011 – 2016.

- **FONCODES (MIDIS):**

El Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social – FONCODES, tiene presencia en las poblaciones de las Cuatro cuencas (Tigre, Pastaza, Corrientes y Marañón) desde el año 2014, inicia su intervención con un total de 34 Proyectos Noa Jayatai, que significa "vamos a crecer", la comunidad nativa Nuevo Porvenir es una de las poblaciones beneficiarias de este programa especial, que cuenta con cuatro componentes: fortalecimiento de los sistemas de producción familiar, cocinas mejoradas, negocios rurales y educación financiera.

Actualmente el programa especial Noa Jayatai, se encuentra vigente en las comunidades de las Cuatro cuencas, incluyendo la comunidad nativa Nuevo porvenir, en la cual se viene trabajando proyectos agrícolas priorizando los productos locales, entrega o dotación de aves de corral (gallinas y patos) y vacunos a familias en condición de pobreza y pobreza extrema. La finalidad del programa es complementar y variar la dieta alimenticia y promover la autonomía económica sostenible de los hogares rurales en situación de pobreza y pobreza extrema, generando oportunidades económicas para muchas familias que no tienen posibilidades de generar actividades de emprendimiento o negocios locales.

Es pertinente mencionar que FONCODES - Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social, es uno de los programas exitosos del MIDIS.

- **Programa juntos (MIDIS):**

El programa Juntos en el año 2016, intervino en los seis distritos que conforman las Cuencas del Pastaza, Tigre, Corrientes y Marañón, con un registro de 6,590 hogares afiliados con 17,779 miembros objetivos entre gestantes, niños, adolescentes y jóvenes hasta 19 años de edad. De este total de afiliados se pudo realizar la transferencia del incentivo monetario a 5,616 hogares. Juntos también atiende a centros poblados con comunidades indígenas en los seis distritos usuarios que corresponden a Tigre, Trompeteros, Urarinas, Parinari, Andoas y Pastaza.[2]

El programa Juntos opera desde el año 2016 en la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir, interactuando en las comunidades con programas sociales, orientadas a asegurar la salud preventiva materno – infantil y la escolaridad sin deserción, con la participación y compromiso voluntario de las familias beneficiadas, dándose cumplimiento a los compromisos de equidad del Acuerdo Nacional y los Objetivos de Desarrollo del Milenio.

- **Qali Warma (MINES)**:

Qali Warma inicia sus operaciones en los seis distritos que conforman las Cuencas del Pastaza, Tigre, Corrientes y Marañón, en el año 2014, específicamente en los seis distritos usuarios que corresponden a Tigre, Trompeteros, Urarinas, Parinari, Andoas y Pastaza.

En ese mismo año, el Programa Nacional de Alimentación Escolar Qali Warma, llega hasta la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir[7], con finalidad brindar un servicio de calidad cumpliendo los siguientes objetivos: Garantizar el servicio alimentario durante todos los días del año escolar a los usuarios del Programa de acuerdo a sus características y las zonas donde viven; Contribuir a mejorar la atención de los usuarios del Programa en clases, favoreciendo su asistencia y permanencia; Promover mejores hábitos de alimentación en los usuarios del Programa.

Entre el 2014 y julio del 2016 atendió a 71,288 estudiantes de instituciones educativas en los seis distritos ubicados en la zona, con un presupuesto ejecutado de S/ 31'381,430.93.[8]

[7] Fuente: Entrevistas y Ficha Comunal – Trabajo de Campo, época seca, marzo 2018.

[8] Fuente: Memoria Institucional MIDIS, 2011 – 2016.

- **Pensión 65 (MINES):**

Pensión 65 atiende en la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir desde el año 2014, beneficiando a los adultos mayores en condiciones de abandono, discapacidad y otros factores sociales que puedan determinar su inclusión al programa.

- **Unidad de Gestión Educativa Local – Alto Amazonas (MINEDU)**:

La UGEL – Alto Amazonas, perteneciente al Ministerio de Educación – Loreto, tiene presencia en la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir, a través de la Instituciones Educativa N.º 601529, en la cual se imparte la educación en los niveles inicial y primaria, es de genero mixto y cuentan con el Programa de Educación Intercultural Bilingüe – EIB.

- **Microred Andoas – Red de Salud Datem del Marañón (MINSA)**:

La Comunidad Nativa Nuevo Porvenir, acude al Puesto de Salud ubicado en la Comunidad Nativa Nuevo Andoas por ser la más cercana, perteneciente a la Microred de Salud Andoas, ubicada en el distrito de Andoas y Red de Salud Datem del Marañón, ubicada en la localidad de San Lorenzo. Está calificada con la categoría I-I, este establecimiento cuenta con un médico y dos enfermeras.

- **Gobierno regional de Loreto – (GOREL):**

El Gobierno Regional de Loreto es el cuerpo administrativo del Departamento de Loreto. Está conformado por el Presidente Regional y un consejo regional. El GOREL conforma uno de los 25 Gobiernos Regionales del Perú establecidos para realizar la regionalización del país, tiene la responsabilidad en la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir, de llevar a cabo diversos proyectos e inversiones en los sectores educación, salud, infraestructura entre otros, también se presenta como un actor importante en el aspecto político dentro de la cuenca, ya que formalmente se podrían canalizar y ejecutar obras de infraestructura o servicios básicos en mejora de las condiciones de vida de las comunidades.

- **Ministerio de Agricultura y Riego – (MINAGRI**)

El MINAGRI se hace presente en la comunidad Nativa Nuevo Porvenir, a través del Programa PEDAMAALC, el cual es un Proyecto Especial adscrito al Ministerio de Agricultura y Riego-MINAGRI, que depende del Viceministro de Desarrollo e Infraestructura Agraria y Riego, tiene por objeto identificar, promover, formular y ejecutar actividades y proyectos del Sector Agricultura y Riego, que incluye lo forestal y de reforestación con enfoque en la inclusión de las familias menos favorecidas dentro de su ámbito de intervención. Sus Ciclas significan; Proyecto Especial Datem del Marañón, Alto Amazonas, Loreto, Condorcanqui.

PEDAMAALC inicia sus actividades en la comunidad nativa Nuevo Porvenir en el año 2015, con la implementación del proyecto "Mejoramiento De La Productividad Agropecuaria Mediante El Fortalecimiento De Capacidades Y Transferencia Tecnológica En 35 Comunidades Nativas De Las Cuencas De Los Ríos Pastaza, Tigre, Corrientes Y Marañón De La Región Loreto", proyecto que la fecha sigue en ejecución, mediante la dotación de cabezas de ganado vacuno, capacitaciones, habilitación de áreas de cultivos, transferencia tecnológica y otros aspectos relacionados a la forestación y reforestación en las comunidades involucradas.

2.3.10.1.1. Organizaciones Indígenas: Federaciones.

Uno de los actores sociales que articula las alianzas políticas de las dirigencias y demás actores comunales, son las federaciones indígenas, las cuales establecen alianzas con las autoridades municipales e incluso regionales. Proponen proyectos sociales en beneficio de la mejora de vida de las comunidades.

Estas federaciones reciben asesoría de agentes foráneos (abogados, antropólogos y profesionales técnicos) que a su vez gestionan, reciben respaldo y financiamiento de organizaciones internacionales (ONG's, institutos de investigación) como plataformas de defensa ambiental e indígena.

La Comunidad Nativa Nuevo Porvenir, está afiliada a la Federación Indígena Quechuas del Pastaza (FEDIQUEP). La cual fue creada el 9 de noviembre de 1992 y cuenta con partida registral N.º 11500675, según consulta en SUNARP.
A continuación, en la **Tabla 2-9**, se presenta la identificación del consejo directivo de FEDIQUEP.

Tabla 2-9. Consejo Directivo de FEDIQUEP

Cargo	Representante	Periodo y Elección	Creación y Registro
Presidente	Aurelio Chino Pahua	28/05/2017-28/05/2020	Creada 09 de noviembre de 1992. Partida registral N° 11500674 – SUNARP.
Vicepresidente	David Chino Dahua		
Secretario	Raúl Americo Cariajano		
Secretario de salud	Oliver Butura Chino		
Secretario de mujer indígena	Estefita Pizango Tangoa		

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

2.3.10.1.2. Asamblea Comunal

La Comunidad Nativa Nuevo Porvenir está dirigida políticamente por una planilla de autoridades locales: APU, Segundo APU, Agente Municipal, Teniente Gobernador y Madre Indígena; adicionalmente, se incorpora en la gestión administrativa de la comunidad, al presidente de APAFA y a la presidenta del Club de Madres.

Las Asambleas comunales, en que se convoca a todos los moradores, son celebradas "por oportunidad"; en especial a la partida o llegada del viaje de sus autoridades para la rendición de las gestiones realizadas o por organización de algún evento particular (Faenas para inicio de clase, aniversario de la comunidad, llegada de alguna autoridad estatal).

En las Asambleas comunales se toma Lista de Asistencia a cargo del Agente Municipal. La participación de las mujeres es limitada; en términos de disposición espacial, la mayoría de mujeres suele ubicarse voluntariamente a los márgenes del salón comunal y algunas participan activamente, por lo general, con voz y voto.

En la **Tabla 2-10**, se encuentra el resumen de las funciones y Roles de las Autoridades y Líderes indígenas de la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir. Los APU's y los otros miembros de la junta directiva de las comunidades son elegidas directamente por los comuneros en asamblea general y tienen un periodo de mandato de tres (3) años.

Tabla 2-10. Funciones, Roles y Responsabilidades de las Autoridades y Líderes Indígenas

Cargo	Representante	Funciones
APU	Juan José Chumbico Salinas	a) El APU de la comunidad, es la autoridad máxima de la Junta Directiva y cumple las funciones de representante legal de la comunidad para todos los actos que la comprometan en lo económico, judicial y administrativo. Es el encargado de convocar y dirigir las reuniones de la Junta Directiva y las asambleas generales, resolver los conflictos y controversias que se originen entre los miembros de la comunidad, así como las fallas que se cometan. Conduce la gestión comunal. b) El APU se encarga de colaborar y solucionar los problemas que se presenten en la comunidad.

Cargo	Representante	Funciones
Vice APU	Juan Richard Dahua	El Vice APU reemplazara al APU de la comunidad, en caso de ausencia o impedimento (sea justificada o no). Organiza y coordina las comisiones que requiera la comunidad
Secretario	Por Elegir En Asamblea	El secretario es el encargado de conducir, conservar y actualizar el libro de actas, el registro de comuneros y otros documentos de la comunidad, suscribiendo conjuntamente con el APU los documentos de trámite administrativo.
Tesorero	Adelmar Salazar Vilches	El tesorero es el responsable del manejo y conservación de los fondos, bienes y libros contables de la comunidad, suscribiendo los documentos contables conjuntamente con el APU.
Agente Municipal	Malquia Dahua Mucushua	Fomentar la participación comunal en las actividades que realiza la Comunidad. Orientar a la comunidad sobre la gestión de los servicios que brinda la comunidad. Las demás que le sean delegadas por el APU
Teniente Gobernador	Pendiente	Atiende las necesidades de la comunidad, depende administrativa y funcionalmente del APU.
Juez de Paz	Flor de María Servellon Lagos (Distrital)	Solucionar conflictos mediante la conciliación y, en caso que ésta no pueda producirse, expedir sentencia. Dictar medidas cautelares, ordenar detención de algunas personas hasta por 24 horas e imponer sanciones comunitarias. Denunciar por delito de resistencia a la autoridad y otras funciones más y a fines.
Club de Madres	Pendiente	Velar por las condiciones de vida de los niños, de las madres y de la comunidad en general.
APAFA	Pendiente	Colaborar con las actividades que realicen las instituciones educativas en función del Proyecto Educativo Institucional. Denunciar, ante las autoridades competentes, a los integrantes del APAFA y personal educativo en caso de que incurran en irregularidades.
Monitor Ambiental	Saulo Cachay Ramirez	Realizar el monitoreo y vigilancia ambiental en la comunidad y sitios de influencia directa al lugar, a fin de hallar las fuentes de contaminación en el área.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

2.3.10.2. *Empresa Comunal*

La Comunidad Nativa Nuevo Porvenir ha conformado la Empresa Comunal Porvenir de Responsabilidad Limitada (ECOPOR), la cual genera puestos de trabajo para los moradores y en algunos para terceros.

En la **Tabla 2-11**, se presenta la información general de la empresa comunal (ECOPOR).

Tabla 2-11. Información de la empresa Comunal ECOPOR

Número de RUC:	20567181252 - EMPRESA COMUNAL PORVENIR DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
Tipo Contribuyente:	COMUNIDAD CAMPESINA, NATIVA
Fecha de Inscripción:	21/01/2014
Partida Registral N.º	11056186

Fecha de Inicio de Actividades:	1/02/2014
Dirección del Domicilio Fiscal:	CAL.MAYNAS NRO. 14 (CRUCE DE LAS AV. MAYNAS Y YAVARI) LORETO - MAYNAS - IQUITOS
Presidente	DAHUA MUCUSHUA RICHARD
Gerente	GAYAS CURITIMA PORFIRIO
N.º Socios	Pendiente
N.º Inscripción-Registros Públicos	Partida Registral N.º 11017838

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

2.3.10.3. *Representantes de la Empresa Operadora*

La empresa operadora entabla relaciones con la comunidad a través de relacionistas comunitarios. La administración de cupos de vuelo, reparto de combustible y otros beneficios que la empresa ha acordado con las comunidades visitadas, se efectúa a través de las autoridades comunales, principalmente con el Apu.

Para el caso de la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir, la empresa operadora entabla relaciones con la comunidad a través de sus relacionistas comunitarios; asimismo se han llegado a acuerdos en los aspectos relacionados a la contratación de mano de obra calificada y no calificada, para las actividades propias y de los contratistas; estos aspectos son coordinados principalmente con el APU y generalmente discutidos y definidos en Asamblea Comunal. También hay acuerdos para la asignación de cupos de vuelo, suministro semanal de combustible y la contratación de bienes y servicios.

2.3.11. Aspectos Territoriales que Pueden Afectar la Ejecución del Plan de Rehabilitación

2.3.11.1. *Posibles Limitaciones para la Ejecución de un Plan de Rehabilitación*

- El acceso por carretera con maquinaria pesada es posible en época seca (menos húmeda), tener en cuenta que para ingresar al sitio impactado puede existir alteración al ecosistema por retiro de árboles.
- En época húmeda, el acceso se dificulta para los vehículos debido al estado de la vía producto de las lluvias.
- Solo ingresa la telefonía móvil de los operadores claro y movistar con señal media a baja, no se cuenta con servicio de internet. Principalmente hay comunicación con teléfono satelital.
- En el sitio S0104 (Botadero km 2), no se registra ningún problema de carácter limítrofe o territorial que pueda interferir en el desarrollo o ejecución del Plan de Rehabilitación.

3. CARACTERIZACIÓN DEL SITIO IMPACTADO

3.1. Antecedentes Históricos del Sitio Impactado por las actividades de hidrocarburos (incluye todos los documentos ambientales).

En la **Tabla 3-1**, se relaciona las actividades que se desarrollaban anteriormente y las que se realizan en la actualidad, describiendo la infraestructura y la generación de productos del área.

Tabla 3-1. Antecedentes Históricos

Año	Eventos importantes relevantes de las actividades industriales	Documento de referencia
1971	Se da inicio a las operaciones de explotación del crudo en el lote 192 (ex lote 1AB) por la empresa Occidental Petroleum Corporation of Perú (Oxy). Durante las operaciones de OXY, se realizaron diversos proyectos de producción y exploratorios, los cuales contaron con instrumentos ambientales aprobados por la Dirección General de Hidrocarburos, entre estos el PAMA (Programa de Adecuación y Manejo Ambiental),	Decreto Supremo N°003-71-ED/DS
1978	Inicio de operaciones en el lote 1B por OXY	Decreto Supremo Nº 004-78-EM/DGH,
1986	Ambos lotes se fusionan y forman el Lote 192 (ex lote 1AB), Contrato de Servicios de Explotación por Hidrocarburos en el Lote 192 (ex lote 1AB), que celebran Petróleos del Perú S.A. Occidental Peruana lnc, Sucursal del Perú.	Decreto Supremo Nº 006-86-EM
2000	El 08 de mayo, Occidental Petroleum Corporation of Perú (Oxy) otorga el total de las actividades de explotación en el Lote 192 (ex lote 1AB) a favor de Pluspetrol Perú Corporation S.A, según el Decreto Supremo N°007-2000-EM, y con el Contrato de Licencia para explotación de hidrocarburos (DS N°022-2001-EM) que venció el 29 de agosto del año 2015.	Informe de Plan de Abandono del Lote 192 (ex 1AB) Pluspetrol Norte S.A., 2016.
2003	Se suscribe el Contrato de Licencia para la explotación de Hidrocarburos en el Lote 192 (ex lote 1AB) que celebran Perupetro S.A. y Pluspetrol Norte S.A.	Decreto Supremo Nº 048-2002-EM
2013	Del 23 de abril al 08 de mayo de 2013, durante el recorrido programado en el marco de la DEA de la cuenca del río Pastaza para la identificación de sitios contaminados en las locaciones del Lote 192 (ex 1-AB), bajo responsabilidad de la empresa Pluspetrol Norte S.A., el OEFA verificó la existencia de una serie de botaderos con residuos sólidos de distinta naturaleza y condición, los cuales se encontraban desperdigados y sin ningún tipo de protección y almacenamiento correspondiente.	Informe de Adjuntía N° 001 2014, DP AMASPPI
2015	CH2M HILL, observó que el suelo del Sitio fue utilizado históricamente por Occidental Petroleum Corporation of Perú (Oxy), para la disposición de residuos, los cuales fueron enterrados y cubiertos por capas de tierra en el Sitio Impactado CSUR211, el cual se encuentra a 44 m, en dirección Suroeste del Botadero km 2.	Informe de Identificación del Sitio CSUR2111, ubicado en el ex lote 1AB, operado por Pluspetrol Norte S.A. Realizado por CH2M HILL, 2015.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.1.1. Estudios Previos Consultados

Para la caracterización del Sitio S0104 (Botadero km 2), el cual está ubicado en el Lote 192 (Ex lote 1AB) en donde Opera la empresa Frontera Energy, se tuvieron en cuenta los siguientes Informes (ver **Tabla 3-2**).

Tabla 3-2. Estudios Previos Consultados

Documento	Distancia al sitio impactado (m)	Información relevante
Informe 00017-2017-OEFA/DE-SDCA-CSI	0	La concentración de Cadmio (Cd) en los puntos de muestreo supera el límite ECA.
Informe 326-2013-OEFA DE SDCA	0	En el punto de muestreo SL-CAP-N-1A-9, la concentración de la Fracción de Hidrocarburos F2 supera el límite ECA, y en el punto de muestreo CAP-N-1A-11, la concentración de Cadmio (Cd) y Plomo (Pb) supera el valor de ECA.
Informe N° 00022-2015-OEFA-SDCA-CEAI del OEFA, 2015.	24800	Se tuvo en cuenta el informe sobre Niveles de fondo realizado para la cuenca del río Pastaza.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Tabla 3-3**, se presentan los resultados de los muestreos realizados por el OEFA. En el **Anexo 6.4**, se presenta el mapa con los puntos muestreados ubicados en la zona y en el **Anexo 6.8**, se encuentran los resultados obtenidos para el Informe 326-2013-OEFA DE SDCA y los demás estudios previos consultados mencionados anteriormente.

Tabla 3-3. Resultados Obtenidos en el Informe 017-2017-OEFA DE SDCA

Matriz	Punto de muestreo	Profundidad	Unidad	Resultados						
				FH F2 (C10-C28)	FH F2 (C28-C40)	As	Ba	Cd	Hg	Pb
Suelo	BOT-km2-SU01	0,4	mg/kg	<5,0	<5,0	<4,0	125	6,686	<0,03	199
	BOT-km2-SU02	0,4	mg/kg	<5,0	<5,0	<4,0	92,1	4,374	<0,03	30,4
	BOT-km2-SU03	0,4	mg/kg	<5,0	<5,0	<4,0	104	3,869	<0,03	20,4
	BOT-km2-SU04	0,4	mg/kg	<5,0	<5,0	<4,0	48,5	7,917	<0,03	21,6
	BOT-km2-SU05	0,4	mg/kg	<5,0	<5,0	<4,0	43,1	7,223	<0,03	12,5

Supera ECA suelo agrícola

Fuente: Informe 017-2017-OEFA DE SDCA.

3.2. Uso Actual del Área

En el sitio impactado no se han realizado trabajos de índole industrial, el suelo fue utilizado para realizar la disposición inadecuada de residuos industriales.

La información sobre la clasificación de la Capacidad de Uso Mayor del Suelo del ONERN-MINAGRI y la clasificación del ECA para el Sitio se describen en el numeral **2.2.6**. Además, cabe mencionar que, según la clasificación usada en el ECA para Suelo, el Sitio S0104 (Botadero Km 2), corresponde a Agrícola.

Las actividades productivas que se realizan en el área de interés y en las áreas de influencia, están especificadas en el numeral **2.3.8.**

En la **Tabla 3-4**, se presenta el área de potencial interés del Sitio S0104 (Botadero km 2), que inicialmente fue proporcionada por FONAM y el área definitiva considerada como área de interés.

Tabla 3-4. Área de Potencial Interés del sitio S0104 (Botadero km 2)

Parámetro	Área (ha)	Observación
Área Referencial FONAM[1]	2,73	Área referencial inicial después del reconocimiento de OEFA.
Área establecida en la primera fase de Campo[2]	2,28	Área identificada en el mes de febrero de 2018, en la fase de reconocimiento

Parámetro	Área (ha)	Observación
Área Actual[3]	3,67	Área ampliada hacia la parte norte, hasta el cuerpo de agua estacional que vierte en la quebrada Capahuarí Yacu. Se identificaron residuos dispersos a través de esa área.

[1] área referencial proporcionada por OEFA.

[2] área reconocida durante la fase de campo realizada en el mes de febrero por el Consorcio Ecodes – Varichem CEV, 2018

[3] área total del estudio con ampliaciones por sondeos de todas las matrices.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.3. Características del Entorno fuentes asociados a las actividades de hidrocarburos, focos, vías de propagación, otros aspectos relevantes del entorno de los sitios impactados y el listado de residuos existentes (entiéndase equipos obsoletos, restos de equipos o tuberías y similares).

El sitio S0104 (Botadero km 2), está ubicado sobre una terraza alta, este sitio fue utilizado para realizar la disposición de residuos generados por la industria petrolera, en las áreas adyacentes no hay líneas de flujo de producción de hidrocarburos ni instalaciones asociadas a la industria petrolera; los elementos catalogados como fuentes y focos de contaminación son los siguientes:

- **Fuentes asociadas a los contaminantes de preocupación:** Las fuentes están asociadas a los residuos industriales de diferente tipo y naturaleza que están dispersos y enterrados en la parte alta de la terraza y sobre los taludes perimetrales al Sitio S0104 (Botadero km.2).

- **Fuentes a actividades Industriales y otros:** En inmediaciones al Sitios S0104 (Botadero km.2), no se realizan actividades industriales, ni agrícolas; hacia el oeste a una distancia 460 m, se encuentra la línea de flujo de producción Capahuarí norte – Capahuarí sur.

- **Focos:** Los residuos metálicos que se encuentran dispersos superficialmente y a nivel sub superficial, dependiendo de su naturaleza y de las aleaciones con las que han sido fabricados, como consecuencia de procesos de deposición y lixiviación podrían estar aportando al suelo metales pesados.
  En la parte baja de la terraza, hacia el noroeste del sitio impactado hay una quebrada que alimenta a la quebrada Capahuarí Yacu, es probable que por procesos de lixiviación los contaminantes de potencial preocupación afecten las aguas superficiales y a los sedimentos.
- **Vías de propagación:** Los contaminantes de potencial preocupación de naturaleza inorgánica, pueden propagarse a través de los sustratos de suelo por procesos de movilización, absorción y lixiviación; las corrientes de agua pueden propiciar la movilización de los contaminantes de preocupación por procesos de escorrentía, disolución y lixiviación.

En el **Anexo 6.3**, se encuentra el mapa con la ubicación de las fuentes de contaminación, focos de contaminación y los elementos del entorno correspondientes al Sitio S0104 (km 2).

En la **Figura 3-1**, se observa el entorno del Sitio S0104 (Botadero Km 2).

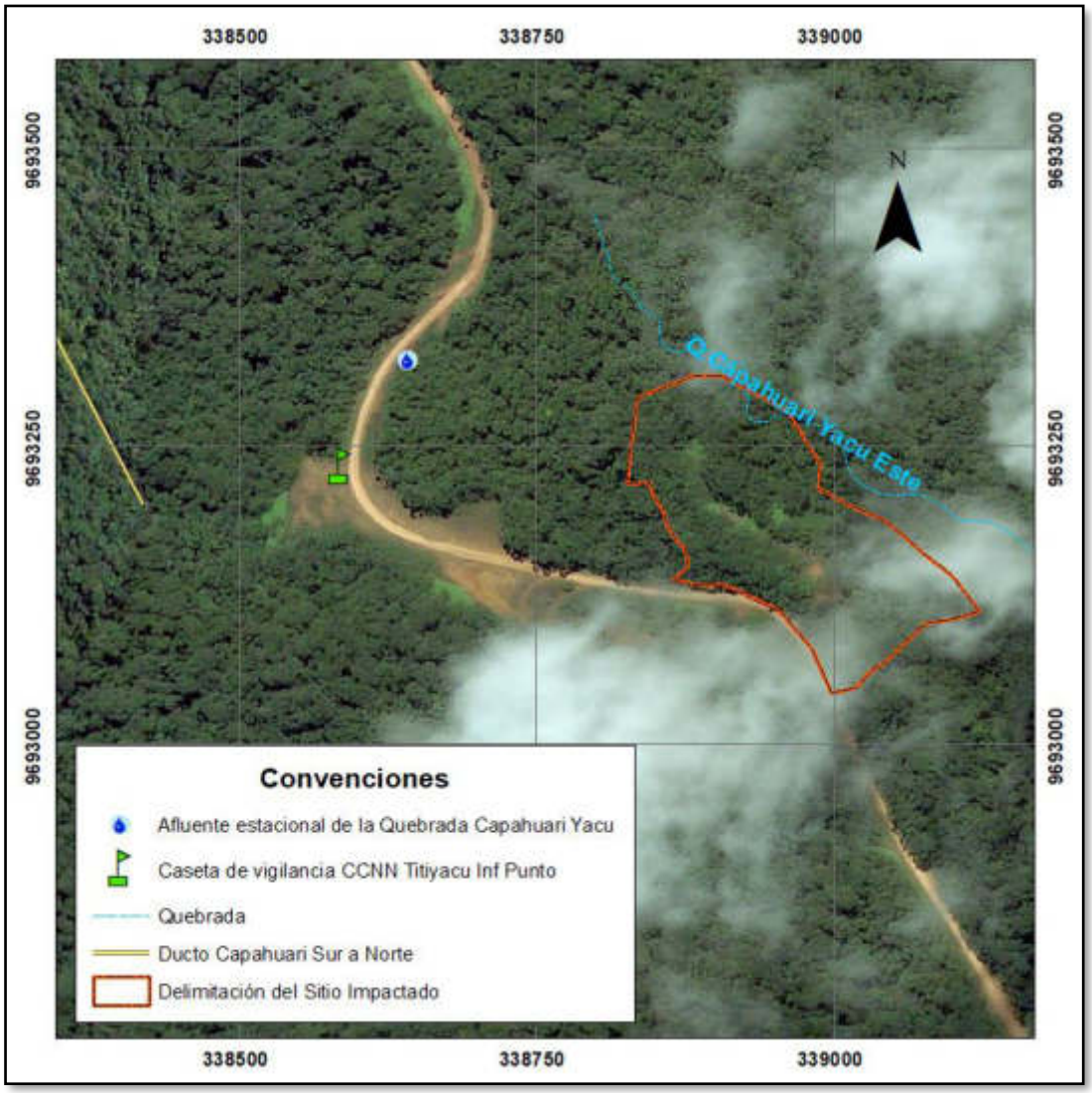


Figura 3-1. Vista Panorámica de los Elementos del Entorno
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Tabla 3-5**, se relaciona las características del entorno.

Tabla 3-5. Características del Entorno

Objeto	Posibles Focos	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S		Distancia al Sitio Impactado (m)*	Observaciones
		Este	Norte		
Línea de flujo de producción Capahuarí norte - Capahuarí sur.	Suelo	338543	9692987	393	Líneas de flujo de producción ubicadas en el área de influencia indirecta.

*Las distancias son aproximadas
Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.4. Fuentes de Contaminación asociadas a fugas, derrames visibles, zonas de tanques de combustibles, insumos químicos, pozos, tuberías, pozas de lodos petroleros, áreas de almacenamiento de sustancias, residuos y otras fuentes, productos de las actividades de hidrocarburos e identificación de aspectos que contribuyen a la degradación ambiental.

Se denomina también "fuente primaria de contaminación", y comprende cualquier componente, instalación o proceso de actividades antrópicas, que puede liberar contaminantes al medio ambiente. (Decreto Supremo N° 012-2017-MINAM).

Al realizar la visita de campo y mediante un trabajo en conjunto con la comunidad, se identificaron las fuentes de contaminación derivadas de la inadecuada disposición de residuos en el Sitio S0104 (Botadero km 2). Las fuentes de contaminación identificadas en este sitio, corresponden a Residuos superficiales y enterrados los cuales se encuentran distribuidos en toda la zona impactada.

- **Áreas de almacenamiento de sustancias y residuos:** En la zona impactada se identificaron áreas en donde se realizó un manejo inadecuado de residuos industriales, los cuales se encuentran dispersos superficialmente y enterrados a diversas profundidades.

- **Fugas y derrames visibles:** En la fase de reconocimiento y muestreo no se identificaron fugas ni derrames visibles que afecten a las matrices de suelo, agua y sedimentos. En el área de influencia directa no hay infraestructura petrolera.

- **Zonas de tanques de combustibles, insumos químicos:** En el área de influencia directa no hay infraestructura petrolera.

En la **Tabla 3-6**, se presenta la ubicación de las posibles fuentes de contaminación que contribuyen a la degradación ambiental

Tabla 3-6. Ubicación de las Fuentes que Contribuyen a la Degradación Ambiental

Fuente	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S	
	Este	Norte
Celdas de residuos enterrados.	339037	9693077
Cilindro metálico de 55 Gal.	339039	9693083
Caja de pistones de equipo de perforación.	339099	9693138
Residuos de la industria petrolera enterrados.	339056	9693163
Tubería enterrada	339058	9693174
Cables acerados y cilindro de 5 Gal.	339066	9693164
Mangueras de alta presión de maquinaria pesada	338987	9693214
Manguera de poliuretano	338975	9693205
Plataforma de maquinaria pesada	338973	9693214
Residuos de cables	338960	9693218

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.4.1. Posibles Focos de Contaminación

Se denomina también "fuente secundaria de contaminación" o "hotspot", y comprende los componentes ambientales afectados por las fuentes primarias de contaminación, que se caracterizan por presentar altas concentraciones de contaminantes y ser potenciales generadores de contaminación en otros componentes ambientales. (D.S. N° 012-2017-MINAM).

En la **Tabla 3-7**, se presenta la relación de los posibles focos de contaminación.

Tabla 3-7. Posibles Focos de Contaminación

N°	Foco	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S	
		Este	Norte
1	Suelo con residuos industriales	339044	9693161
2	Suelo con residuos industriales	339017	9693153
3	Suelo con residuos industriales	338870	9693188
4	Agua superficial	339149	9693173
5	Agua superficial	338868	9693328

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.5. Método para la Caracterización del Sitio Impactado

Con el fin de ampliar y precisar la información secundaria, se realizó una visita preliminar o de reconocimiento al campo con los siguientes propósitos:

- Identificar las fuentes de contaminación.
- Determinar en campo los posibles focos afectados por el vertimiento de hidrocarburos.
- Determinar los mecanismos de transporte de los contaminantes de preocupación.
- Georreferencias los límites del área de potencial interés.
- Identificar las rutas de accesos terrestres o fluviales al sitio S0104 (Botadero km 2).
- Realizar un reconocimiento de la infraestructura petrolera que pudo tener una incidencia directa o indirecta en la afectación del Sitio de potencial interés.
- Entrevistar a la comunidad nativa para conocer los antecedentes históricos.

Para realizar la Evaluación preliminar y el respectivo planeamiento estratégico de las siguientes fases del proyecto se realizaron las siguientes actividades:

- Georreferenciar los posibles puntos de muestreo dirigido, identificando en campo aspectos relevantes de cada uno de los componentes ambientales a muestrear.
- Identificar «*In situ*» las posibles fuentes de contaminación.
- Delimitar y georreferenciar las áreas impactadas por la dispersión del posible contaminante de preocupación.
- Realizar un modelo conceptual preliminar del sitio.
- Establecer datos cualitativos sobre el grado de concentración y dispersión del agente contaminante teniendo en cuenta las características organolépticas.
- Desarrollar los planes de muestreo, con revisión de la supervisión y posterior aprobación del FONAM.

En la **Tabla 3-8**, se presenta el modelo conceptual preliminar.

Tabla 3-8. Modelo Conceptual Preliminar

Fuente de contaminación	Foco de contaminación	Vías de Propagación	Vía de Exposición	Receptores
Residuos dispersos y enterrados en la parte alta de la terraza	Suelo	Suelo: absorción, dispersión; lixiviación; migración por escorrentía	Contacto directo (dérmico), Ingestión por cadena trófica	Antrópico, flora y fauna
Residuos dispersos y enterrados en los taludes perimetrales y en las partes bajas del Botadero	Suelo, sedimentos y agua superficial de la quebrada afluente de la quebrada Capahuarí Yaku.	Suelo: absorción, dispersión; lixiviación; migración por escorrentía Agua Superficial: Advección,	Contacto directo (dérmico), Ingestión por cadena trófica Contacto directo,	Antrópico, flora y fauna Antrópico, flora y fauna

Fuente de contaminación	Foco de contaminación	Vías de Propagación	Vía de Exposición	Receptores
		disolución, precipitación	Ingestión por cadena trófica	
		Sedimentos: precipitación, absorción.	Contacto directo, ingestión por cadena trófica	Antrópico, flora y fauna

Fuente: Guía Para La Elaboración De Planes De Descontaminación De Suelos, MINAM, 2014 - Elaborado por Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.5.1. Diseño Plan de Muestreo en Detalle y Alcance

A continuación, se describe los objetivos, metodologías y parámetros fisicoquímicos aplicables a las diferentes matrices y/o componentes, así como los procedimientos a desarrollar en campo para asegurar la calidad de los procesos, se relacionan también los planes elaborados para el desarrollo del plan de muestreo.

El plan de muestreo se elaboró antes de la ejecución de las actividades de muestreo, durante la ejecución de las actividades de campo por razones operativas el plan de muestreo sufrió algunas modificaciones, por ejemplo, se realizó la adición de parámetros químicos en algunos puntos de muestreo de suelo para realizar una mejor caracterización de la naturaleza de los contaminantes de preocupación.

Los puntos realmente muestreados se encuentran en el numeral **3.5.2.**

3.5.1.1. *Objetivos*

3.5.1.1.1. Objetivo General

- Definir las tareas necesarias para obtener muestras representativas determinando el área y volumen (distribución horizontal y vertical) de los contaminantes en el medio. El plan de muestreo se desarrollará con la implementación de los procedimientos de muestreo de detalle en el cual se caracteriza, cuantifica y delimita las zonas de afectación y establece la dinámica de las plumas de propagación del agente contaminante a través del suelo, sedimentos, agua superficial y agua subterránea.

- Identificar los factores que influyen en la liberación, migración y comportamiento de los contaminantes a través de la delimitación y cuantificación de los focos, enfocándose también en la determinación de las probables rutas y vías de exposición.
- Asegurar la caracterización del Sitio S0104 (Botadero Km 2) y el muestreo de las matrices de suelo, sedimentos, hidrobiológicos, agua superficial y agua subterránea considerando el Marco Legal y Normatividad Nacional y/o Internacional vigente, cumpliendo con los Protocolos y Guías que apliquen para cada caso en particular.

3.5.1.1.2. Objetivos Específicos

- Documentar el procedimiento para la toma de muestra de las matrices de agua subterránea y subterránea, suelos, sedimentos e hidrobiológicos.
- Realizar la caracterización de flora, fauna e hidrobiología que puede estar siendo afectada en el sitio.
- Determinar el tipo de muestreo, estrategia de muestreo (aleatorio, estratificado, etc.), tipo de muestras (simple y compuesta), numero de muestras y profundidad de muestreo.
- Definir las matrices a muestrear de acuerdo a los componentes identificados.
- Definir los parámetros a analizar por cada matriz.

- Evaluar los resultados con base a los estándares de calidad ambiental nacionales e internacionales.
- Instalar los piezómetros de acuerdo a los criterios establecidos en el procedimiento respectivo, para determinar la dirección del flujo y la calidad del agua subterránea.

3.5.1.2. *Alcance*

Las actividades descritas en este plan de muestreo aplican para el Sitio S0104 (Botadero Km 2), ubicado en la cuenca del río Pastaza. Los lineamientos definidos en este documento serán aplicables para las actividades que desarrollen el Consorcio Ecodes – Varichem y el Laboratorio ALS LS Perú SAC.

3.5.1.3. *Vías de Acceso al Sitio*

Para llegar al Sitio S0104 (Botadero km 2) se sigue la siguiente ruta: partiendo desde Nuevo Andoas, se transita por una vía construida con material de reafirmado que permite el tránsito de maquinaria pesada y la cual conduce a Corrientes; en el kilómetro 3,8 hay un puente sobre la quebrada Anapaza; en el kilómetro 7, la vía se divide en dos ramales, hacia la derecha la carrera conduce hacia el campo Capahuarí norte, el ramal izquierdo conduce hacia el Sitio S0104 (Botadero km 2), el cual está ubicado a 1,8 km, desde el punto donde la vía se divide.

En época húmeda y seca no existen restricciones para el transporte de vehículos desde Nuevo Andoas hasta el Sitio S0104 (Botadero km 2); por políticas de seguridad vial, solo existen restricciones para el transporte de maquinaria pesada cuando llueve y el terreno de la vía se satura.

En el **Anexo 6.2:** Mapas de ubicación Generales, se presenta el mapa de Accesos a Sitio S0104 (Botadero Km 2).

3.5.1.3.1. Tipo de Transporte a Usar

Para el transporte de personal y equipos, el plan de muestreo contempla el uso camionetas 4X4, que cumplan con el Reglamento Nacional de Tránsito y con los requerimientos de seguridad

El tiempo estimado para llegar al lugar de trabajo, teniendo como base a Nuevo Andoas, es de aproximadamente 25 minutos.

En el **Anexo 6.3**, y en la **Figura 3-2**, se presentan los accesos al sitio Impactado S0104 (Botadero Km 2).

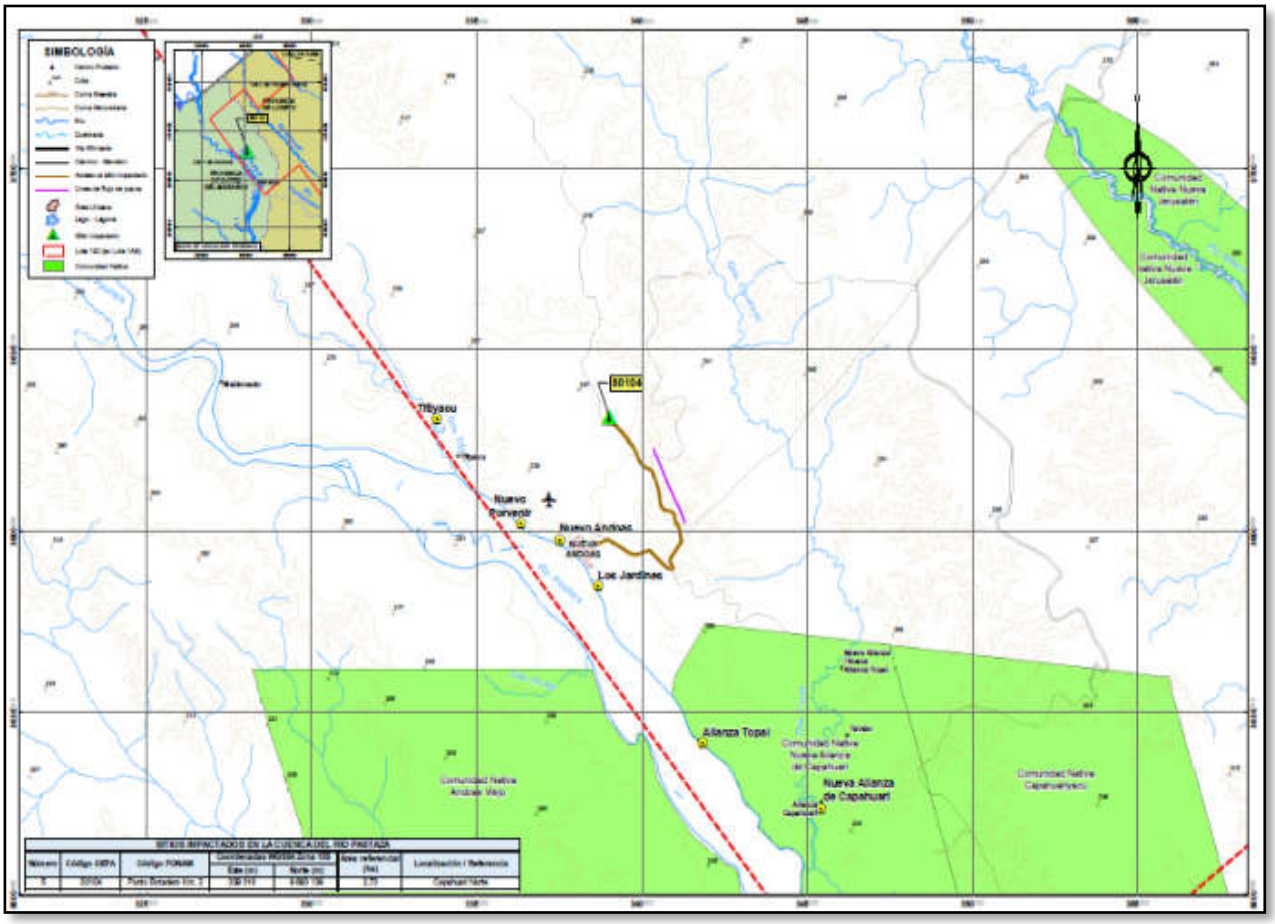


Figura 3-2. Mapa Guía para llegar al Sitio S0104 (Botadero Km 2)
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.5.1.4. *Marco Legal, Guías y Normas*

En la **Tabla 3-9**, se describe la normatividad legal vigente, la cual es aplicable para el proyecto.

Tabla 3-9. Marco Legal Nacional Vigente para el Proyecto

Norma	Entidad	Artículo	Contenido
Ley N° 30321	Congreso de la República	Toda la norma	Ley que crea el fondo de contingencia ambiental para remediación ambiental.
Decreto Supremo D.S. N° 004-2017-MINAM	Ministerio del Ambiente-MINAM	Toda la norma	Aprueban los estándares nacionales de calidad ambiental para Agua y se establecen disposiciones complementarias.
Decreto Supremo D.S. N° 011-2017-MINAM	Ministerio del Ambiente-MINAM	Toda la norma	Aprueban estándares de calidad ambiental para suelo.
Decreto Supremo D.S. N° 012-2017-MINAM	Ministerio del Ambiente-MINAM	Toda la norma	Aprueban criterios para la Gestión de Sitios Contaminados.
Decreto Supremo D.S. N° 005-2012-TR	Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo	Toda la norma	Se aprueba el Reglamento de la Ley N°29783, sobre la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo.
Decreto Supremo D.S. N° 039-2014-EM	Ministerio de Energía y Minas-MINEM	Toda la norma	Donde se aprueba el Reglamento para la Protección Ambiental en las Actividades de Hidrocarburos

Norma	Entidad	Artículo	Contenido
Decreto Supremo D.S. N° 039-2016-EM	Ministerio de Energía y Minas-MINEM	Toda la norma	Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de la Ley Nº 30321, Ley que crea el Fondo de Contingencia para Remediación Ambiental
Resolución Jefatural R.J. N° 010-2016-ANA	Autoridad Nacional del Agua	Toda la norma	Aprobar el "Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales"·
Resolución Ministerial R.M. N° 118-2017	Ministerio de Energía y Minas-MINEM	Toda la norma	Donde se aprueban "Lineamientos para la elaboración del Plan de Rehabilitación"
Resolución Ministerial R.M. N°. 571-2014/MINSA	Ministerio de Salud - MINSA	Toda la norma	Modifican Documento Técnico "Protocolos de Exámenes Médico Ocupacionales y Guías de Diagnóstico de los Exámenes Médicos Obligatorios por Actividad", aprobado por R.M. N° 312-2011/MINSA
Decreto Supremo D.S. Nº 006-2014-TR	Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo	Toda la norma	Modifican el Reglamento de la Ley Nº 29783, Ley de Seguridad y salud en el trabajo, aprobado por Decreto Supremo Nº 005-2012- TR

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Tabla 3-10**, se describe el marco de referencia del proyecto.

Tabla 3-10. Marco de Referencia para el Proyecto

Documento	Entidad	Año	Contenido
Environmental Quality Standards For Contaminated sites	*Nova Scotia Environment (NSE)*	2014	Estándares de Calidad para Sitios contaminados, incluye análisis de HTP para sedimentos.
EPA Code of Federal Regulations of USA, title 40 Part 261 Subpart C § 261.24	*Federal Government United States of America*	2018	Concentración máxima de contaminante para las características de toxicidad de residuos peligrosos TCLP.
Soil remediation. Circular 2013. Version of July.	Gobierno de Holanda	Toda la norma	Circular sobre Evaluación y Coordinación de los Reglamentos de Remediación de la Ley de Protección de Suelos
Manual de Buenas Prácticas en la Investigación de Sitios Contaminados Muestreo de aguas Subterráneas	Ministerio de Ambiente- MINAM	2016	Contiene la descripción de actividades y secuencia de etapas que se deben seguir para garantizar la calidad y reproductibilidad de los resultados del muestreo.
Manual de Lineamientos y Procedimientos para la Elaboración y Evaluación de Informe de Identificación de Sitios Contaminados	Ministerio de Ambiente- MINAM	2015	Contiene los lineamientos básicos para la estructura de los informes de Identificación de Sitios Contaminados en base de la normatividad vigente en Perú
Guía para el Muestreo de Suelos	Ministerio de Ambiente- MINAM	2014	Contiene la guía para el muestreo de suelos en el marco del Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo
Guía para la Elaboración de Estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente (ERSA) en Sitios Contaminados	Ministerio de Ambiente- MINAM Dirección General de Calidad Ambiental	2015	Contiene la guía para la elaboración de ERSA en el marco del Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo

Documento	Entidad	Año	Contenido
Guía para la Elaboración de Planes de Descontaminación de Suelos	Ministerio de Ambiente- MINAM	2014	Incluye los diferentes pasos de investigación en un sitio potencialmente contaminado, así como para el desarrollo de las acciones de remediación bajo el Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo
Glosario de Términos Sitios Contaminados	Ministerio de Ambiente- MINAM	2013	Estas definiciones han sido recopiladas de los siguientes documentos: 1. Decreto Supremo N° 002-2013-MINAM: Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo 2. Guía para el muestreo de suelos 3. Guía para la elaboración de Planes de Descontaminación 4. Guía para la elaboración de estudios de evaluación de riesgos a la salud y el ambiente (ERSA) en sitios contaminados
Resolución de Consejo Directivo Nº 028-2017-OEFA/CD	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA	2017	Aprueba la Directiva para identificación de sitios contaminados y metodología para la estimación de nivel de riesgo a la salud y al ambiente

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Tabla 3-11**, se describen las normas técnicas de referencia para el proyecto.

Tabla 3-11. Normas Técnicas de Referencia para el Proyecto

Documento	Entidad	Año	Contenido
ASTM D5092-90	ASTM International	Toda la norma	Práctica estándar para el diseño e instalación de pozos de monitoreo de aguas subterráneas en acuíferos.
ASTM D6452:1999	ASTM International	Toda la norma	Guía estándar para la purga de pozos para garantizar la calidad del agua subterránea
ASTM D4448:2001	ASTM International	Toda la norma	Guía estándar para monitoreo de agua subterránea
ASTM E1527-13	ASTM International	Toda la norma	Práctica estándar para evaluaciones ambientales del sitio: Fase I Proceso de evaluación del sitio ambiental
ASTM E1903 - 11	ASTM International	Toda la norma	Práctica estándar para evaluaciones ambientales del sitio: Fase II Proceso de evaluación del sitio ambiental

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.5.1.5. *Muestreo de Suelos*

Considerando las propiedades edafológicas y químicas del suelo, la micro y macro biodiversidad del entorno del Sitio S0104 (Botadero Km 2) que mantienen un hábitat para especies permanentes y transitorias, además de flora y fauna nativa, el estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo que será aplicable para el correspondiente Uso Agrícola.

3.5.1.5.1. Estándares Nacionales Aplicables: Estándares de Calidad Ambiental (ECA) Para Suelo

Para el plan de muestreo, se adaptan los estándares de calidad indicados en el D.S. N° 011-2017-MINAM, "Estándares de calidad Ambiental para Suelo".

En la **Tabla 3-12**, se relacionan los contaminantes de preocupación para suelo y los cuales están directamente relacionados con la industria petrolera.

Tabla 3-12. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo

Parámetros mg/kg PS[9]	Uso del Suelo
	Suelo Agrícola
Orgánicos	
Benceno	0,03
Tolueno	0,37
Etilbenceno	0,082
Xileno (comprende la suma de xilenos: o-xileno, m-xileno y p-xileno)	11
Hidrocarburos poliaromáticos	
Naftaleno	0,1
Benzo(a) pireno	0,1
Hidrocarburos de petróleo	
Fracción de hidrocarburos F1(C6-C10)	200
Fracción de hidrocarburos F2(>C10-C28)	1200
Fracción de hidrocarburos F3(>C28-C40)	3000
Compuestos Organoclorados	
Bifenilos policlorados - PCB [10]	0,5
Inorgánicos	
Arsénico	50
Bario total	750
Cadmio total	1,4
Cromo total	No aplica
Cromo VI	0,4
Mercurio	6,6
Plomo	70

Fuente: D.S. N° 011-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.

Teniendo en cuenta que existe la probabilidad que, en el área de interés, se haya realizado la inadecuada disposición de lodos de perforación, aguas de producción y de compuestos que contienen Bario, se analizará en la matriz de suelo la concentración de Bario total, en caso que el resultado analítico supere los estándares del ECA para suelos, se realizará el análisis de Bario extraíble.

Los valores estándar para los parámetros de Bario extraíble se presentan en la **Tabla 3-13.**

Tabla 3-13. Valores para Bario en Sitios con Presencia de Baritina

Parámetros mg/kg PS[11]	Uso del Suelo
	Suelo Agrícola
Bario Extraíble *(Extratable Barium)*	250

Fuente: D.S. N° 011-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo.

3.5.1.5.2. Parámetros De Muestreo y Metodologías Analíticas

La etapa de campo permitió determinar que superficialmente se encuentran dispersos residuos sólidos industriales de diferente naturaleza como, piezas de bombas de perforación, autopartes de vehículos, repuestos de maquinaria, plásticos, vidrios, etc.

[9] Peso seco

[10] Suma de siete PCB indicadores: PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153 y PCB 180

[11] Peso seco

Considerando que se encontraron piezas metálicas fabricadas con diferentes materiales y aleaciones que como resultado de procesos de deposición y debido a reacciones químicas de óxido reducción, pueden dar lugar a la liberación de metales pesados, se realizará el análisis de Arsénico (As), Bario (Ba), Cadmio (Cd), Cromo (Cr), Mercurio (Hg) y Plomo (Pb).

Los residuos metálicos, plásticos, papeles, polímeros a base de policloruro de vinilo, textiles, empaques de productos químicos como consecuencia del proceso de dilución en el agua y formación de óxidos, pueden dar lugar a la formación de compuestos clorados (PCB), compuestos nitrogenados, compuestos azufrados y lixiviados que pueden dispersarse a diferentes velocidades a través del suelo, aguas superficiales y subterráneas; a través del procedimiento para determinar la característica de toxicidad por lixiviación (TCLP), cuantitativa y cualitativamente se definirán las características de este lixiviado.

No se encontraron evidencias de hidrocarburos dispersos en suelo, no obstante, se consideró necesario corroborar a través de métodos analíticos la ausencia de BTEX, fracciones de hidrocarburos F1, F2 y F3.

A continuación, en la **Tabla 3-14,** se relacionan los parámetros con el método de análisis, el límite de detección empleado por los Laboratorios y los estándares de calidad para suelo.

Tabla 3-14. Método de Análisis, Límites de Detección Empleados por Laboratorios y Estándares de Calidad para Suelo

Parámetros	Método de Referencia	Límite de Detección	Estándares de Comparación
Benceno	EPA METHOD 8260 C, Rev. 3, 2006	0,004 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (0,03 mg/kg)
Tolueno	EPA METHOD 8260 C, Rev. 3, 2006	0,012 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (0,37 mg/kg)
Etilbenceno	EPA METHOD 8260 C, Rev. 3, 2006	0,008 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (0,082 mg/kg)
m, p-xilenos	EPA METHOD 8260 C, Rev. 3, 2006	0,011 mg/kg	(a)
o-xileno	EPA METHOD 8260 C, Rev. 3, 2006	0,008 mg/kg	(a)
Xilenos[12]	EPA METHOD 8260 C, Rev. 3, 2006	0,019 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (11 mg/kg)
Granulometría[13]	ASTM D422-63 Rev.2007	---	(b)
pH	EPA METHOD 9045 D, Rev. 4 2004	---	(b)
Fracción de hidrocarburos F1(C6-C10)	EPA METHOD 8015 C, Rev. 3 2007	0,6 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (200 mg/kg)
Fracción de hidrocarburos F2(>C10-C28)	EPA METHOD 8015 C, Rev. 3 2007	0,9 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (1200 mg/kg)
Fracción de hidrocarburos F3(>C28-C40)	EPA METHOD 8015 C, Rev. 3 2007	0,9 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (3000 mg/kg)
Naftaleno	EPA METHOD 8260 C, Rev. 3, 2006	0,009 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (0.1 mg/kg)
Acenaftileno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0006 mg/kg	(a)

[12] Se determina mediante la medición de solución extractora de 0.1 M $CaCl_2$, de acuerdo a la metodología establecida por Alberta Environment (2009)

[13] Valores aplicables en sitios que cumplen con las concentraciones de Bario extraíble

Parámetros	Método de Referencia	Límite de Detección	Estándares de Comparación
Acenafteno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	(a)
Fluoreno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	(a)
Fenantreno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	*Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME 1991)* (uso Agricola: 0,1 mg/kg)
Antraceno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	(a)
Fluoranteno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	(a)
Pireno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	*Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME 1991)* (uso agrícola: 0,1 mg/kg)
Benzo(a)antraceno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	*Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME 1991)* (uso agrícola: 0,1 mg/kg)
Criseno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0006 mg/kg	(a)
Benzo(b)fluoranteno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0006 mg/kg	*Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME 1991)* (uso agrícola: 0,1 mg/kg)
Benzo(k)fluoranteno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0006 mg/kg	*Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME 1991)* (uso agricola: 0,1 mg/kg)
Benzo(a)pireno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (0,1 mg/kg)
Dibenzo (ah)antraceno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME 1991) (uso agrícola: 0,1 mg/kg)
Benzo(ghi)perileno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0006 mg/kg	(a)
Indeno(1,2,3-cd) pireno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	*Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME 1991)* (uso agricola: 0,1 mg/kg)
Arsénico total	EPA 3050 B: 1996 / EPA 6010 B: 1996	3,5 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (50 mg/kg)
Bario total real	EPA 3050 B: 1996 / EPA 6010 B: 1996	0,3 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (10 000 mg/kg)
Bario extraíble	Soil Remediation Guidelines for Barite: Environmental Health and Human Health, Alberta Environmental, Feb 2009.	5,0 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (250 mg/kg)
Cadmio total	EPA 3050 B: 1996 / EPA 6010 B: 1996	0,5 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (1,4 mg/kg)
Cromo VI	DIN 19734. 1999	0.2 mg/Kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (0,4 mg/kg)

Parámetros	Método de Referencia	Límite de Detección	Estándares de Comparación
Cromo total	EPA 3050 B: 1996 / EPA 6010 B: 1996	0,9 mg/kg	No aplica de acuerdo a los ECA de suelo. (a)
Mercurio total	EPA 7471 B, Rev. 2, February 2007	0,01 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (6,6 mg/kg)
PCB´s	EPA Method 8270 D Rev. 5	0,042 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (0,5 mg/kg)
Plomo total	EPA 3050 B: 1996 / EPA 6010 B: 1996	2,0 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (70 mg/kg)
Arsénico en extracto de TCLP	EPA 1311. Rev. 0 July 1992(Lixiviación) / EPA 200.7 Revisión 4.4 (1994)	0,02 mg/l	*Code of Federal Regulations of USA, title 40 Part 261 Subpart C § 261.24* (5,0 mg/l)
Bario en extracto de TCLP	EPA 1311. Rev. 0 July 1992(Lixiviación) / EPA 200.7 Revisión 4.4 (1994)	0,0025 mg/l	*Code of Federal Regulations of USA, title 40 Part 261 Subpart C § 261.24* (100,0 mg/l)
Cadmio en extracto de TCLP	EPA 1311. Rev. 0 July 1992(Lixiviación) / EPA 200.7 Revisión 4.4 (1994)	0,0015 mg/l	*Code of Federal Regulations of USA, title 40 Part 261 Subpart C § 261.24* (1,0 mg/l)
Cromo en extracto de TCLP	EPA 1311. Rev. 0 July 1992(Lixiviación) / EPA 200.7 Revisión 4.4 (1994)	0,004 mg/l	*Code of Federal Regulations of USA, title 40 Part 261 Subpart C § 261.24* (5,0 mg/l)
Plomo en extracto de TCLP	EPA 1311. Rev. 0 July 1992(Lixiviación) / EPA 200.7 Revisión 4.4 (1994)	0,02 mg/l	*Code of Federal Regulations of USA, title 40 Part 261 Subpart C § 261.24* (5,0 mg/l)
Mercurio en extracto de TCLP	EPA 1311. Rev. 0 July 1992(Lixiviación) / EPA 245 1, Revisión 3 (1994)	0,0001 mg/l	*Code of Federal Regulations of USA, title 40 Part 261 Subpart C § 261.24* (0,2 mg/l)
PCB´s[14]	EPA Method 8270D	0,042 mg/L	ECA, uso de suelo agrícola (0,5 mg/l)

(a) La legislación nacional no regula este parámetro. Este parámetro se comparará con los resultados del nivel de fondo.
(b) Parámetros que tienen influencia sobre la movilidad de los contaminantes en el suelo.
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Las acreditaciones del laboratorio ALS LS Perú y del Laboratorio *Environmental Testing Laboratory SAC* se encuentran en el **Anexo 6.5.1.**

3.5.1.5.3. Tipo de Muestreo

Considerando que en el Sitio S0104 (Botadero Km 2), se identificaron residuos sólidos de diferente naturaleza (piezas metálicas, plásticos, vidrios, baterías, etc.) dispersos a nivel superficial y enterrados a diferentes profundidades, se determinó en gabinete realizar un muestreo dirigido y un muestro de nivel de fondo, mediante perforaciones manuales, semi mecánicas, mecánicas y/o excavaciones dependiendo de la topografía del terreno y de las condiciones del área.

3.5.1.5.4. Muestreo de Nivel De Fondo

La "Guía para el Muestreo de Suelos" del MINAM en el marco del D.S. N°002-2013 realizada en el año 2014, define que la concentración de las sustancias químicas reguladas por el ECA suelo deberá monitorearse en sitios contiguos al área contaminada, fuera del área de influencia del contaminante, pero de características geográficas análogas. Para el Sitio S0104 (Botadero Km 2) se tomarán tres submuestras para conformar una muestra compuesta Nivel de Fondo que cumpla con el criterio anteriormente mencionado.

[14] Suma de siete PCB indicadores: PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCP 153, PCB 180

Para el área del sitio impactado, el plan de muestreo consideró realizar un (1) punto de muestreo, el cual está ubicado fuera del área de potencial interés.

Los parámetros evaluados en el muestreo de nivel de fondo corresponden a todos los parámetros que serán colectados en el muestreo de suelo que incluyen metales pesados, fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40).

A continuación, en la **Tabla 3-15**, se presenta la estación de muestreo de nivel de fondo.

Tabla 3-15. Punto de Muestreo de Nivel de Fondo

Sitio S0104 (Botadero Km 2)		
Punto de Muestreo Nivel De Fondo Para Suelos		
Código	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S	
	Este	Norte
S0104-NF1	339068	9693220

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En el **Anexo 6.4,** se presenta el mapa de ubicación del punto de muestreo nivel de fondo.

3.5.1.5.5. Tipo de Muestras

Para las calicatas del muestreo se toman muestras simples y/o compuestas dependiendo de la forma y grado de dispersión del contaminante. Teniendo en cuenta la forma del terreno y la composición de los suelos, se realizan los muestreos mediante sondeo manual (barreno manual), con esto se obtienen muestras simples.

3.5.1.5.6. Patrón de Muestreo para definir la Localización de Puntos de Muestreo en Suelos Impactados

La "Guía para el Muestreo de Suelos" del MINAM, elaborada dentro del marco del D.S. N°002-2013, establece los siguientes, establece los siguientes patrones de muestreo para definir la localización de los puntos de muestreo en suelos contaminados:

- Muestreo dirigido a juicio de expertos: Muestreo que se lleva a cabo sobre puntos específicamente determinados cuando se cuenta con información previa del sitio, se conoce el producto derramado y es evidente la extensión de la afectación.

- Muestreo estadístico: Muestreo realizado de acuerdo a modelos matemáticos, se usa para comprobar de manera homogénea la presencia o ausencia y distribución de contaminantes en el suelo. El muestreo se realiza en toda el área posiblemente contaminada pudiendo hacerse de manera sistemática, aleatoria simple y aleatoria estratificada.

La revisión y análisis de la información secundaria, permitió obtener una primera caracterización sobre el tipo y naturaleza del agente contaminante.

El análisis y procesamiento de la información secundaria y de la información levantada en campo, permitió elaborar el modelo conceptual sobre la base del cual se desarrollará el plan de muestreo.

Tomando como referencia la información secundaria, el tipo de contaminante de preocupación, el mecanismo de dispersión y migración del contaminante, se desarrollará un ***muestreo dirigido***.

El Muestreo Dirigido tiene como objetivo delimitar el perímetro del área de potencial interés, cuantificar el volumen de suelo contaminado, determinar la distribución espacial del agente contaminante de preocupación y a través de métodos analíticos de laboratorio determinar la concentración de los agentes contaminantes.

En el **Anexo 6.4,** se presenta el mapa de ubicación de los puntos de muestreo de suelos.

3.5.1.5.7. Número de Puntos de Muestreo

El número de puntos de muestreo está determinado por el tamaño del área de potencial interés, por el tipo, naturaleza y concentración del agente contaminante de preocupación, por la distribución espacial del mismo. El número de puntos de muestreo varía en función del medio que se pretende muestrear.
Para el Sitio S0104 (Botadero Km 2) se establecieron dieciséis (16) puntos de muestreo, ubicados perimetralmente y dentro del área de potencial interés.

La distribución de los puntos de muestreo se realizó teniendo en cuenta aquellos sectores en donde existían evidencias de depósitos de acumulación de materiales con el potencial de generar sustancias peligrosas como metales pesados, óxidos de diferente naturaleza, lixiviados, etc.

En el **Anexo 6.4,** se presenta el mapa de ubicación de los puntos de muestreo de suelos en los cuales se indica también los que corresponden a calicata/perforación manual y sondeo/perforación con equipo.

3.5.1.5.8. Localización y Muestreo de Suelos en Época Húmeda

Con el objeto de realizar la caracterización del área de potencial interés del Sitio S0104 (Botadero Km 2) que permita determinar por métodos analíticos la concentración del agente contaminante, la pluma y grado de dispersión del contaminante, en época húmeda se contempla realizar un análisis de los parámetros físico químicos de suelo en las cinco (05) estaciones de muestreo de las dieciséis (16) estaciones de muestreo de suelo planteadas.

Cabe mencionar que el contenido de humedad de una muestra de suelo puede ser un problema en el análisis de la concentración de las fracciones de hidrocarburos debido a que un alto contenido de humedad puede alterar la variabilidad del análisis ya que dificulta obtener submuestras representativas debido a un mal proceso de homogenización y secado de la muestra, además de generar una pobre interacción entre el solvente y las superficies hidratadas del suelo.

El contenido de humedad en una muestra de suelo no incide en el método analítico para la determinación de la concentración de metales pesados, por esta razón se consideró procedente realizar el muestreo de suelos en época húmeda en el Sitio S0104 (Botadero Km 2) en donde no se encontraron evidencias de dispersión de fracciones de hidrocarburos.

A continuación, en la **Tabla 3-16**, se relacionan las cinco (5) estaciones de muestreo de suelo para época húmeda.

Tabla 3-16. Puntos de Muestreo de Suelo en Época Húmeda

Sitio S0104 (Botadero Km 2)				
Puntos De Muestreo De Suelos - Época Húmeda				
No.	Código	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S		Tipo De Sondeo*
		Este	Norte	
1	S0104-S001	338975	9693202	Calicata/Sondeo Manual
2	S0104-S004	339040	9693083	Calicata/Sondeo Manual
3	S0104-S007	338979	9693141	Calicata/Sondeo Manual
4	S0104-S008	338907	9693257	Calicata/Sondeo Manual
5	S0104-S009	338907	9693202	Calicata/Sondeo Manual

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

*Nota: Inicialmente se tiene establecido hacer los muestreos con calicata y sondeo manual.

En el **Anexo 6.4**, se presenta el mapa de ubicación de los puntos de muestreo de suelos en los cuales se indica también los que corresponden a calicata/perforación manual y sondeo/perforación con equipo.

3.5.1.5.9. Localización y Muestreo De Suelos En Época Seca

Con el objeto de realizar la caracterización del área de potencial interés del Sitio S0104 (Botadero Km 2) que permita determinar por métodos analíticos la concentración del agente contaminante, la pluma y grado de dispersión del contaminante, en época seca (menos húmeda) se realizó un análisis de los parámetros físico químicos de suelo en once (11) estaciones de muestreo de las Dieciséis (16) estaciones de muestreo de suelo planteadas.

A continuación, en la **Tabla 3-17**, se relacionan las once (11) estaciones de muestreo de suelo para época húmeda.

Tabla 3-17. Puntos de Muestreo de Suelo en Época Seca

Sitio S0104 (Botadero Km 2)				
Puntos De Muestreo De Suelos Época Seca				
No.	Código	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S		Tipo De Sondeo*
		Este	Norte	
1	S0104-S002	338855	9693244	Calicata/Sondeo Manual
2	S0104-S003	338937	9693166	Calicata/Sondeo Manual
3	S0104-S005	339017	9693153	Calicata/Sondeo Manual
4	S0104-S006	339045	9693131	Calicata/Sondeo Manual
5	S0104-S010	338967	9693246	Calicata/Sondeo Manual
6	S0104-S011	339064	9693161	Calicata/Sondeo Manual
7	S0104-S012	339013	9693099	Calicata/Sondeo Manual
8	S0104-S013	339097	9693121	Calicata/Sondeo Manual
9	S0104-S014	338992	9693175	Calicata/Sondeo Manual
10	S0104-S015	338860	9693283	Calicata/Sondeo Manual
11	S0104-S016	338880	9693162	Calicata/Sondeo Manual

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

*Nota: Inicialmente se tiene establecido hacer los muestreos con calicata y sondeo manual, en campo se define la necesidad de hacer la excavación profunda con equipos o retroexcavadora

En el **Anexo 6.4,** se presenta el mapa de ubicación de los puntos de muestreo de suelos en los cuales se indica también los que corresponden a calicata/perforación manual y sondeo/perforación con equipo.

3.5.1.5.10. Profundidad de Muestreo de Suelos

En cada punto de muestreo se tomarán muestras superficiales y a diferentes profundidades. Para establecer la profundidad de muestreo, se tomará en consideración el grado de dispersión de los contaminantes y de una manera referencial los resultados arrojados por el Equipo PID.

En la **Tabla 3-18**, se detallan los parámetros a monitorear en función de la profundidad.

Tabla 3-18. Número Total de Muestras por Parámetro de Suelo en Función a la Profundidad

Código	Tipo	Profundidad (m)	Cantidad de Muestras	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S		Parámetros										
						Inorgánicos			Orgánicos						Físicos	
				Este	Norte	*Metales Totales	Cromo VI	Hg Total	BTEX (10%)	F1 (10%)	F2 (10%)	F3 (10%)	PAH's (10%)	PCB's (15%)	pH (10%)	Granulometría
S0104-NF1	Calicata/Sondeo	-	1	339068	9693220	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0
S0104-S001	Calicata/Sondeo Manual	1er Nivel	1	338975	9693202	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0
		2do Nivel	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		3er Nivel	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S0104-S002	Calicata/Sondeo Manual	1er Nivel	1	338855	9693244	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
		2do Nivel	1			1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
		3er Nivel	1			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S0104-S003	Calicata/Sondeo Manual	1er Nivel	1	338937	9693166	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2do Nivel	1			1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
		3er Nivel	1			1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
S0104-S004	Calicata/Sondeo Manual	1er Nivel	1	339040	9693083	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
		2do Nivel	1			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		3er Nivel	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S0104-S005	Calicata/Sondeo Manual	1er Nivel	1	339017	9693153	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		2do Nivel	1			1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		3er Nivel	1			1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
S0104-S006	Calicata/Sondeo Manual	1er Nivel	1	339045	9693131	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0
		2do Nivel	1			1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
		3er Nivel	1			1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S0104-S007	Calicata/Sondeo Manual	1er Nivel	1	338979	9693141	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		2do Nivel	1			1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		3er Nivel	1			1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
S0104-S008	Calicata/Sondeo Manual	1er Nivel	1	338907	9693257	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
		2do Nivel	1			1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
		3er Nivel	1			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S0104-S009	Calicata/Sondeo Manual	1er Nivel	1	338907	9693202	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1
		2do Nivel	1			1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1
		3er Nivel	1			1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
S0104-S010	Calicata/Sondeo Manual	1er Nivel	1	338967	9693246	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		2do Nivel	1			1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
		3er Nivel	1			1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0

000084

Código	Tipo	Profundidad (m)	Cantidad de Muestras	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S		Parámetros										
						Inorgánicos			Orgánicos						Físicos	
				Este	Norte	*Metales Totales	Cromo VI	Hg Total	BTEX (10%)	F1 (10%)	F2 (10%)	F3 (10%)	PAH's (10%)	PCB's (15%)	pH (10%)	Granulometría
S0104-S011	Calicata/Sondeo Manual	1er Nivel	1	339064	9693161	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0
		2do Nivel	1			1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0
		3er Nivel	1			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S0104-S012	Calicata/Sondeo Manual	1er Nivel	1	339013	9693099	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1
		2do Nivel	1			1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1
		3er Nivel	1			1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
S0104-S013	Calicata/Sondeo Manual	1er Nivel	1	339097	9693121	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2do Nivel	1			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		3er Nivel	1			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S0104-S014	Calicata/Sondeo Manual	1er Nivel	1	338992	9693175	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2do Nivel	1			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		3er Nivel	1			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S0104-S015	Calicata/Sondeo Manual	1er Nivel	1	338860	9693283	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0
		2do Nivel	1			1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
		3er Nivel	1			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S0104-S016	Calicata/Sondeo Manual	1er Nivel	1	338880	9693162	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2do Nivel	1			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		3er Nivel	1			1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL			**46**			**46**	**12**	**13**	**5**	**7**	**7**	**6**	**6**	**7**	**5**	**5**
% PORCENTAJE			**100%**			**100%**	**26%**	**26%**	**11%**	**13%**	**13%**	**11%**	**13%**	**15%**	**11%**	**11%**

Dónde:
F1: Fracción de Hidrocarburos F1 (C6-C10)
F2: Fracción de Hidrocarburos F2 (>C10-C28)
F3: Fracción de Hidrocarburos F3 (>C28-C40)
BTEX: Benceno, tolueno, etilbenceno y xilenos
PAHs: Hidrocarburos Poliaromáticos.
TCLP: *Toxicity Characteristic Leaching Procedure*
(a) En caso de presentar resultados de Bario por encima de los Estándares de Suelo para uso agrícola, se procederá a analizar Bario total real y Bario extraíble.
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

000085

3.5.1.5.11. Caracterización de Residuos Enterrados

La caracterización del sitio S0104 (Botadero km. 4) se realizó de la siguiente manera:

- En la explanada del botadero se realizaron sondeos mecánicos con Retroexcavadora para determinar la naturaleza y tipo de los residuos enterrados, la profundidad alcanzada fue de 5,0 metros.

- En los taludes y partes bajas del botadero se realizaron sondeos manuales con un barreno manual que permitió alcanzar una profundidad de 5 metros.

- Para tener un mayor nivel de detalle del tipo, naturaleza y cantidad de los residuos que están enterrados se realizaron calicatas hasta una profundidad de 1,5 metros, cuando las condiciones del entorno lo permitían (espacio suficiente para realizar la excavación, estabilidad del suelo, condiciones de seguridad para realizar la excavación).

- En el S0104 (Botadero km 2) el plan de muestreo contempló el uso de Georradar, técnica que consiste en la emisión electromagnética de pulsos transitorios (duración limitada) que penetran el subsuelo, y permiten la recepción de los rebotes de onda para generar una imagen radar (Radagramas), cuya definición es función del comportamiento de la señal emitida que interactúa con los distintos objetos, estructuras, componentes y condiciones del suelo que alcanza a su paso. Se realiza con el fin reducir la incertidumbre de la disposición de los residuos enterrados en el área impactada.

En el **Anexo 6.11.1**, se especifica el estudio del Georradar.

De acuerdo al artículo 31 de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos del Perú, los residuos sólidos se clasifican, según su peligrosidad en peligrosos y no peligrosos y según la autoridad competente para su gestión en municipales y no municipales.

Para dar cumplimiento a lo establecido en la norma, se diligencia en campo un formato (ver **Anexo 6.5.2**), que permita identificar, clasificar y caracterizar el tipo y naturaleza de los residuos que se encuentran en el sitio S0104 (Botadero Km 2).

3.5.1.5.12. Toma de Muestras

En el **Anexo 6.5.1**, se presenta el procedimiento de Toma de muestra en campo para suelo.

3.5.1.5.13. Procedimientos, Medidas y Custodia para el Aseguramiento de la Calidad

En el **Anexo 6.5.1**, se presentan los procedimientos, las medidas y las custodias para el aseguramiento de la calidad de las muestras.

3.5.1.6. *Muestreo de Aguas Subterráneas*

El muestreo de agua subterránea tiene como objetivo principal determinar el impacto generado por el sitio a la calidad del agua subterránea. Así mismo, este muestreo busca determinar el grado de afectación y/o migración de los contaminantes de preocupación hacia los estratos subsuperficiales y/o la zona saturada.

Nota: Dentro del área de potencial interés en donde existen evidencias de la dispersión del contaminante, no se construirán piezómetros debido a que durante su construcción se pueden realizar cortes hidráulicos que propicien la migración del agente contaminante hacia los acuíferos.

3.5.1.6.1. Consideraciones Previas

Los criterios técnicos para determinar la ubicación de los piezómetros son:
En Gabinete:

- Revisión de la información geológica disponible para reconocer las principales formaciones existentes en el sitio S0104 (Botadero Km 2) y perfiles litológicos de la carta geológica nacional.
- Revisión de los estudios previos de Sísmica de la zona para reconocer los perfiles litológicos de los puntos a visitar.
- A partir de esta información se desarrollaron planos de referencia según imagen satelital para ubicación preliminar de los piezómetros.

En campo:

- Reconocimiento del área de estudio para realizar la identificación preliminar de la ubicación de puntos de muestreo. (1era. Visita).
- Se determinará el parámetro de distribución de resistividad en diferentes profundidades del suelo mediante la inyección de corriente eléctrica en el subsuelo – Sondeo Eléctrico Vertical (SEV).
- Instalación de un pozo arriba del punto impactado (pseudo pozo). Este pozo permitirá conocer el perfil litológico en campo del sitio impactado ubicado en la parte superior con la cota más elevada y pendiente arriba del inicio del área impactada.
- Análisis de la geomorfología del sitio para definir la ubicación y profundidad de los piezómetros teniendo en cuenta la dirección del flujo del agua subterránea, dirección de la escorrentía y la influencia del cuerpo de agua principal. Se tendrá en cuenta que los cuerpos de agua superficiales pueden actuar aportando o recibiendo las aguas subterráneas.
- En los sitios impactados por el derrame de hidrocarburos, los piezómetros se construirán en el perímetro externo a la zona de potencial afectada para evitar la posible migración del agente contaminante hacia los sustratos inferiores y/o hacia los acuíferos.
- En los botaderos los piezómetros se construirán y desarrollarán en las zonas de escorrentía.
- Nivelación topográfica de los piezómetros con estación total.

Conceptualmente se define que para el Sitio S0104 (Botadero Km 2) la construcción de los tres (3) piezómetros para cumplir con los objetivos arriba descritos.

Así entonces uno de los piezómetros se construirá en el área alta, según la pendiente del área y la dirección estimada del agua subterránea, donde no existe la probabilidad que el contaminante se haya dispersado; este pozo servirá para identificar el perfil litológico del área.

3.5.1.6.2. Estándar Aplicable

Debido a que en la legislación peruana no se cuenta con estándares de calidad ambiental para agua subterránea, la normativa a aplicar será la norma holandesa denominada Soil Remediation Circular 2013, Versión De julio 2013.

En la **Tabla 3-19**, se describen los estándares de calidad ambiental aplicables para agua subterránea.

Tabla 3-19. Estándares de Calidad Ambiental para Agua Subterránea de la Norma Holandesa

Parámetros	Unidad	Valores Objetivo	Valores de Intervención
Parámetros de Campo			
Potencial de Hidrógeno	UpH	---	---
Temperatura del agua	°C	---	---
Conductividad Eléctrica (CE)	µS/cm	---	---

Parámetros	Unidad	Valores Objetivo	Valores de Intervención
Oxígeno (O_2)	mg/l	---	---
Potencial Oxido-Reducción	mV	---	---
Turbidez	NTU	---	---
Hidrocarburos			
Mineral Oil HTP (C9-C40)	µg/L	50	600
Hidrocarburos poliaromáticos			
Naftaleno	µg/L	0,01	70
Benzo(a) pireno	µg/L	0,0005	0,05
acenaftileno	µg/L	0,05	
Acenafteno	µg/L	---	
Fluoreno	µg/L	---	
Fenantreno	µg/L	0,003	5
Antraceno	µg/L	0,0007	5
Fluoranteno	µg/L	0,003	1
Pireno	µg/L	---	---
Benzo(a)antraceno	µg/L	0,0001	0,5
Criseno	µg/L	0,003	0,2
Benzo(b)fluoranteno	µg/L	---	---
Benzo(k)fluoranteno	µg/L	0,0004	0,05
Dibenzo(ah)antraceno	µg/L	---	---
Benzo(ghi)perileno	µg/L	0,0003	0,05
Indeno(1,2,3-cd) pireno	µg/L	0,0004	0,05
BTEX			
Benceno	µg/L	0,2	30
Tolueno	µg/L	7	1000
Etilbenceno	µg/L	4	150
xilenos	µg/L	0,2	70
Inorgánicos			
Arsénico total	µg/L	10	60
Bario total	µg/L	50	625
Cadmio total	µg/L	0,4	6
Cromo total	µg/L	1	30
Mercurio total	µg/L	0,05	0,3
Plomo total	µg/L	15	75

Fuente: Soil Remediation Circular 2013, version of July 2013.

3.5.1.6.3. Parámetros de Muestreo y Metodologías Analíticas

Los parámetros a muestrear, el método de referencia, el límite de detección y los estándares de comparación se indican en la siguiente **Tabla 3-20**.

Tabla 3-20. Método de Análisis, Límites de Detección Empleados por Laboratorios y Estándares de Calidad de Agua Subterránea

Parámetros	Método De Referencia	Límite De Detección	Estándares De Comparación
Potencial de Hidrógeno (1)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 22nd Ed. 2012	-----	-----
Temperatura del agua (1)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 22nd Ed. 2012	-----	-----

Parámetros	Método De Referencia	Límite De Detección	Estándares De Comparación
Conductividad Eléctrica (1)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 22nd Ed. 2012	-----	-----
Oxígeno Disuelto (1)	EPA 360.1 1971	-----	-----
Potencial Oxido-Reducción (1)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2580 B, 22nd Ed. 2012	-----	-----
Mineral Oil	EPA METHOD 8015 C, Rev. 3 2007		Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,600 mg/L
Cloruros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl- B, 22nd Ed. 2012	0,5 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 100 mg/L
Benceno	EPA METHOD 8021 B Rev.03, 2014	0,001 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,030 mg/L
Tolueno	EPA METHOD 8021 B Rev.03, 2014	0,002 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 1 mg/L
Etilbenceno	EPA METHOD 8021 B Rev.03, 2014	0,002 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,150 mg/L
0-xilenos	EPA METHOD 8021 B Rev.03, 2014	0,002 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,070 mg/L
M, p-xileno	EPA METHOD 8021 B Rev.03, 2014	0,004 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,070 mg/L
Xilenos	EPA METHOD 8021 B Rev.03, 2014	0,006 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,070 mg/L
Naftaleno	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	0,000009 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,070 mg/L
Benzo(a) pireno	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	0,000013 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,00005 mg/L
Acenaftileno	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	0,000013 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,00005 mg/L
Acenafteno	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	0,000013 mg/L	-----
Fluoreno	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	0,000009 mg/L	-----
Fenantreno	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	0,000016 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,005 mg/L
Antraceno	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	0,000016 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,005 mg/L
Fluoranteno	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	0,000016 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,001 mg/L
Pireno	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	0,000009 mg/L	-----
Benzo(a)antraceno	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	0,000009 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,0005 mg/L
Criseno	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	0,000013 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,0002 mg/L
Benzo(b)fluoranteno	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	0,000016 mg/L	-----
Benzo(k)fluoranteno	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	0,000009 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,00005 mg/L
Dibenzo(ah)antraceno	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	0,000013 mg/L	-----
Benzo(ghi)perileno	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	0,000009 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,00005 mg/L
Indeno(1,2,3-cd) pireno	EPA 8270D, Rev. 4 February 2007	0,000016 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,00005 mg/L

Parámetros	Método De Referencia	Límite De Detección	Estándares De Comparación
Arsénico total	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,00003 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,060 mg/L
Bario total	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,0001 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,625 mg/L
Cadmio total	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,00001 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,006 mg/L
Cromo total	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,0001 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,030 mg/L
Mercurio total	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,00003 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,0003 mg/L
Plomo total	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,0002 mg/L	Soil Remediation Circular 2013 of Holland: 0,075 mg/L
Arsénico disuelto	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,00003 mg/L	(a)
Bario disuelto	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,0001 mg/L	(a)
Cadmio disuelto	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,00001 mg/L	(a)
Cromo disuelto	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,0001 mg/L	(a)
Mercurio disuelto	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,00003 mg/L	(a)
Plomo disuelto	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,0002 mg/L	(a)

(1) Parámetros de medición inmediata (*in situ*)
(a) Este parámetro se considera para evaluar la disolución de los metales en el agua subterránea
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Las acreditaciones del laboratorio ALS LS Perú y del Laboratorio *Environmental Testing Laboratory SAC* se encuentran en el **Anexo 6.5.1.**

3.5.1.6.4. Tipo de Muestras

Las muestras a colectar serán simples o puntuales.

3.5.1.6.5. Construcción del Piezómetro

Teniendo en cuenta el numeral **3.5.1.6.1**, consideraciones previas, los piezómetros se construirán en época húmeda con el objetivo de realizar el monitoreo de las aguas subterráneas de época húmeda y época seca (menos húmeda), después de determinar el nivel freático, el pozo se profundizará hasta 2 m. (aprox.), luego una vez finalizado se realizará la instalación del filtro de gravilla, tubo ranurado, tubería de PVC, bentonita y cemento en la parte superficial se instalará una tubería metálica de protección con un candado.

Se realizará el análisis del perfil litológico para determinar la granulometría, permeabilidad, plasticidad, color de acuerdo con la tabla Munsell, el espesor de cada unidad de suelo identificada, ensayos *in situ* para la determinación de COVs en el suelo mediante el PID y las características organolépticas (olor y presencia de iridiscencia). Se llevará el registro en el formato establecido.

El nivel de los acuíferos depende del grado de permeabilidad de los suelos y de la época estacional, la dinámica de flujo, el curso y el nivel de estos acuíferos, puede cambiar de una época estacional a otra, por lo tanto, para el piezómetro que se construyó en época húmeda se deberá verificar su operatividad en época seca (menos húmeda).

La visita de reconocimiento permitirá confirmar que el tipo de suelo que predomina en los sitios impactados son limo arcilloso y arcillosa, este tipo de suelos se caracterizan por su alta plasticidad,

fuerte adhesividad, granulometría fina y alta capacidad de retención de agua, estas propiedades físicas permiten concluir en primera medida que las capas de suelo limo arcilloso y arcilloso están actuando como una película sellante y de impermeabilización que está reteniendo y/o haciendo más lento el proceso de migración de los agentes contaminantes. Cabe mencionar que a una mayor profundidad se puede encontrar una combinación de otros tipos de suelos tales como arcilla-arena. Esto se corrobora en campo con el pseudo pozo y el análisis (SEV).

Tomando en consideración lo anteriormente referenciado, cada piezómetro se construirá a una profundidad determinada, se analizará el perfil litológico, la granulometría del suelo, se analizarán evidencias organolépticas sobre la posible percolación de sustancias contaminantes a mayor profundidad dependiendo del espesor y de la resistividad del estrato.

El nivel freático y la interfase aceite-agua se determinará con un Medidor de Nivel Freático e Interface que tiene un rango de uso hasta 30 metros de profundidad. El equipo permite detectar los líquidos livianos (flotantes) de fase no acuosa (LNAPL), en caso que se detecte presencia oleosa se extraerá una muestra con el tubo bailer y la fase no acuosa se llevará a laboratorio para análisis separada de la muestra acuosa.

El tiempo de la purga del pozo necesario para estabilizar el piezómetro se calculará tomando como referencia la profundidad del pozo, la velocidad de bombeo y la conductividad hidráulica, se realizarán mediciones de oxígeno disuelto, pH, temperatura, conductividad eléctrica del agua bombeada; las muestras del acuífero se tomarán solo hasta después que no se registren variaciones significativas de estos parámetros.

La toma de la muestra de agua subterránea se realizará ocho (8) días después de terminar el pozo y realizar la purga y limpieza.

La localización y el número de puntos de muestreo se presentan en la **Tabla 3-21**.

Tabla 3-21. Puntos de Muestreo de Agua Subterránea

Código	Tipo	Cantidad De Muestras	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S	
			Este	Norte
S0104-ASub001	Puntual	1	338942	9693080
S0104-ASub002	Puntual	1	339069	9693174
S0104-ASub003	Puntual	1	338800	9693272

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En el **Anexo 6.4**, se presentan el mapa de la ubicación de las muestras de agua subterránea.

3.5.1.6.6. Desarrollo y Purga Del Pozo

En el **Anexo 6.5.1**, se presenta el procedimiento para el desarrollo y purga del pozo.

3.5.1.6.7. Medición del Nivel Freático

El nivel freático y la interfase aceite-agua se determinará con un Medidor de Nivel Freático e Interfase que tiene un rango de uso hasta 30 m. de profundidad. El equipo permite determinar los líquidos livianos (flotantes) de fase no acuosa (LNAPL) y de líquidos densos (que se hunden) de la fase no acuosa.

La medición del nivel freático se realizará siempre previo al muestreo de agua, previo desarrollo del pozo o previo a la purga de este.

3.5.1.6.8. Toma de Muestras

En el **Anexo 6.5.1**, se presenta el procedimiento de Toma de muestra en campo para aguas subterráneas.

3.5.1.6.9. Procedimientos, Medidas y Custodia para el Aseguramiento de la Calidad

En el **Anexo 6.5.1**, se presentan los procedimientos, las medidas y las custodias para el aseguramiento de la calidad de las muestras.

3.5.1.6.10. Consideraciones Generales de Conservación y Transporte

En el **Anexo 6.5.1**, se presentan los procedimientos, las medidas y las custodias para el aseguramiento de la calidad de las muestras.

3.5.1.7. *Muestreo de Aguas Superficiales*

Las aguas superficiales son las aguas que se encuentran en la superficie del suelo, las cuales corresponden a cuerpos de tipo lótico (ríos) y lentico (lagunas y cochas).

3.5.1.7.1. Estándares De Calidad Ambiental (ECA) para Agua

Como referencia para evaluar la calidad ambiental del agua superficial se basa en la última norma aprobada por el Estado Peruano referido a este componente ambiental. Los estándares de Calidad Ambiental de Agua Superficial son los referidos al D.S. N° 004-2017-MINAM publicado en el diario el Peruano el 7 de junio de 2017. En la **Tabla 3-22**, se describen los parámetros de referencia para aguas superficiales, categoría 4: ríos de selva.

Tabla 3-22. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, Categoría 4: Conservación del Ambiente Acuático, E2: Ríos de la Selva

Parámetros	Unidad de Medida	E2: Ríos de la Selva
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5,0
Conductividad	µS/cm	1000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg/L	10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0
Sulfuros	mg/L	0,002
Fenoles	mg/L	2,56
Temperatura	°C	Δ 3
INORGÁNICOS		
Arsénico	mg/L	0,15
Bario	mg/L	1
Cobre	mg/L	0,1
Cromo VI	mg/L	0,011
Mercurio	mg/L	0,0001
Níquel	mg/L	0,052
Plomo	mg/L	0,0025
Zinc	mg/L	0,12
ORGÁNICOS		
Compuestos Orgánicos Volátiles		
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/L	0,5
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006
BTEX		
Benceno	mg/L	0,05
Hidrocarburos Aromáticos		

Parámetros	Unidad de Medida	E2: Ríos de la Selva
Benzo(a)pireno	mg/L	0,0001
Antraceno	mg/L	0,0004
Fluoranteno	mg/L	0,001

Fuente: Estándares de Calidad de Agua Superficial, D.S. N° 004-2017-MINAM.

3.5.1.7.2. Parámetros de Monitoreo y Metodologías Analíticas

Los parámetros para los análisis de las muestras de agua superficial se presentan en la **Tabla 3-23.**

Tabla 3-23. Método de Análisis, Límites de Detección Empleados por el Laboratorio y Estándares de Calidad de Agua Superficial

Parámetros	Método de Referencia	Límite de Detección	Estándares de Comparación
pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 22nd Ed. 2012	----	ECA de Agua Superficial, categoría 4 (ríos de la selva): 6,5 – 9,0 UpH
Temperatura de la muestra	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 22nd Ed. 2012	---	ECA de Agua Superficial, categoría 4 (ríos de la selva): Δ 3 °C
Conductividad Eléctrica	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 22nd Ed. 2012	---	ECA de Agua Superficial, categoría 4 (ríos de la selva): 1000 µS/cm
Oxígeno Disuelto	EPA 360.1 1971	---	ECA de Agua Superficial, categoría 4 (ríos de la selva): ≥ 5 mg/L
Potencial de óxido reducción	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2580 B, 22nd Ed. 2012	---	---
Cloruros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl- B, 22nd Ed. 2012	0,5 mg/L	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014):* 120 mg/L
Aceites y Grasas (MHE)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 22nd Ed. 2012	0,5 mg/L	ECA de Agua Superficial, categoría 4 (ríos de la selva): 5,0 mg/L
Fenoles	EPA METHOD 9065 Rev. 0 1986	0,01 mg/L	ECA de Agua Superficial, categoría 4 (ríos de la selva): 2,56 mg/L
Sulfuros	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-S2- D, 22nd Ed. 2012	0,001 mg/L	ECA de Agua Superficial, categoría 4 (ríos de la selva): 0,002 mg/L
Arsénico total	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	0,00003 mg/L	ECA de Agua Superficial, categoría 4 (ríos de la selva): 0,15 mg/L
Bario total	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	0,0001 mg/L	ECA de Agua Superficial, categoría 4 (ríos de la selva): 1 mg/L
Cadmio total	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	0,00001 mg/L	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*: 0,0001 mg/L
Mercurio total	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	0,00003 mg/L	ECA de Agua Superficial, categoría 4 (ríos de la selva): 0,0001 mg/L
Plomo total	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	0,0002 mg/L	ECA de Agua Superficial, categoría 4 (ríos de la selva): 0,0025 mg/L

Parámetros	Método de Referencia	Límite de Detección	Estándares de Comparación
Cadmio disuelto	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	0,00001 mg/L	ECA de Agua Superficial, categoría 4 (ríos de la selva): 0,00025 mg/L
Cobre total	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	0,00003 mg/L	ECA de Agua Superficial, categoría 4 (ríos de la selva): 0,1 mg/L
Níquel total	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	0,0002 mg/L	ECA de Agua Superficial, categoría 4 (ríos de la selva): 0,052 mg/L
Zinc total	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	0,01 mg/L	ECA de Agua Superficial, categoría 4 (ríos de la selva): 0,12 mg/L
Benceno	EPA METHOD 8021 B Rev.03, 2014	0,001 mg/L	ECA de Agua Superficial, categoría 4 (ríos de la selva): 0,05 mg/L
Tolueno	EPA METHOD 8021 B Rev.03, 2014	0,002 mg/L	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014):* 0,0005 mg/L
Etilbenceno	EPA METHOD 8021 B Rev.03, 2014	0,002 mg/L	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014):* 0,09 mg/L
Xilenos	EPA METHOD 8021 B Rev.03, 2014	0,006 mg/L	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014):* 0,03 mg/L
Hidrocarburos totales de petróleo (C9-C40)	EPA METHOD 8015 C, Rev. 3 2007	0,01 mg/L	ECA de Agua Superficial, categoría 4 (ríos de la selva): 0,5 mg/L
Naftaleno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,000009 mg/L	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014):* 0,0001 mg/L
Acenaftileno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,000013 mg/L	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*: 0,0046mg/L
Acenafteno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,000013 mg/L	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*: 0,0058mg/L
Fluoreno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,000016 mg/L	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*: 0,003 mg/L
Fenantreno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,000016 mg/L	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014):* 0,0004 mg/L
Antraceno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,000016 mg/L	ECA de Agua Superficial, categoría 4 (ríos de la selva): 0,0004 mg/L
Fluoranteno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,000016 mg/L	ECA de Agua Superficial, categoría 4 (ríos de la selva): 0,001 mg/L
Pireno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,000009 mg/L	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014):* 0,000025 mg/L
Benzo(a)antraceno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,000009 mg/L	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014):* 0,000018 mg/L
Criseno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,000013 mg/L	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*: 0,0014 mg/L
Benzo(b)fluoranteno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,000016 mg/L	Reglamento de Estándares de Calidad de Agua de Puerto Rico (2016): 0,000038 mg/L

Parámetros	Método de Referencia	Límite de Detección	Estándares de Comparación
Benzo[k]fluoranteno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,000009 mg/L	Reglamento de Estándares de Calidad de Agua de Puerto Rico (2016): 0,000038 mg/L
Benzo[a]pireno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,000013 mg/L	ECA de Agua Superficial, categoría 4 (ríos de la selva): 0,0001 mg/L
Bibenz[ah]antraceno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,000013 mg/L	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*: 0,00026 mg/L
Benzo[ghi]perileno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,000009 mg/L	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*: 0,00017 mg/L
Indeno[1,2,3-cd]pireno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,000016 mg/L	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia* 0,00021 mg/L

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cabe mencionar que en la segunda fase de muestreo correspondiente a la época seca (menos húmeda), se realizarán las mediciones de caudal en cada uno de los puntos de muestreos programados para esta fase de muestreo.

3.5.1.7.3. Tipo de Muestras

Las muestras a colectar serán simples o puntuales.

3.5.1.7.4. Localización y Número de Estaciones de Muestreo

De acuerdo al "Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (aprobado mediante Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA) se establecieron los criterios de ubicación y número de puntos de monitoreo como:

a) Turbulencia del cuerpo de agua.
b) Obstáculos para el monitoreo.
c) Existencia de tributarios, el punto de monitoreo será ubicado aguas debajo de estos.
d) Estaciones de muestreo aguas arriba y aguas debajo de los sitios de interés.
e) Adicionalmente los puntos de establecerán en dirección a favor del drenaje natural del cuerpo de agua.

En el **Anexo 6.4**, se presenta el mapa de ubicación de los puntos de monitoreo de agua superficial y en la **Tabla 3-24**, se presentan las coordenadas de los puntos de monitoreo.

Tabla 3-24. Puntos de Muestreo de Agua Superficial

Puntos de Muestreo	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S		Referencia
	Este	Norte	
S0104-As001	339149	9693173	Al Sur este del afluente de quebrada Capahuarí Yacu.
S0104-As002	338868	9693328	Al norte del afluente de la quebrada Capahuarí Yacu.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.5.1.7.5. Toma de Muestras

En el **Anexo 6.5.1**, se presenta el procedimiento de toma de muestra en campo para aguas superficiales.

3.5.1.7.6. Procedimientos, Medidas y Custodia para el Aseguramiento de la Calidad

En el **Anexo 6.5.1**, se presentan los procedimientos, las medidas y las custodias para el aseguramiento de la calidad de las muestras.

3.5.1.7.7. Consideraciones Generales de Conservación y Transporte

En el **Anexo 6.5.1**, se presentan los procedimientos de Acondicionamiento y Transporte de Muestras.

3.5.1.8. *Muestreo de Sedimentos*

De acuerdo a la definición del Glosario de Términos de Sitios Contaminados del Ministerio del Ambiente, los sedimentos son materiales de depósito o acumulados por arrastre mecánico de las aguas superficiales o el viento depositados en los fondos marinos, fluviales, lacustres y depresiones continentales.

3.5.1.8.1. Estándar de Calidad Ambiental para Sedimentos

Debido a que el Perú no cuenta con estándares nacionales de calidad ambiental para sedimentos se empleará principalmente como estándar de comparación la *Environmental Quality Guidelines of Alberta* (Guías de Calidad Ambiental de la provincia de Alberta, Canadá) del año 2014. se empleará los estándares de *Environmental Quality Standards for Contaminated Sites* (2014) de la provincia canadiense de Nueva Escocia para los parámetros que no cuenten con estándares en la Guía de Calidad Ambiental de Alberta.

En la **Tabla 3-25**, se presentan los estándares de referencia para sedimentos.

Tabla 3-25. Estándares de Calidad Ambiental para Sedimentos

Parámetros mg/kg PS	Unidad	ISQG: Interim Sediment Quality Guideline	PEL: Probable Effects Level
Orgánicos			
Benceno	---	NE	NE
Tolueno	---	NE	NE
Etilbenceno	---	NE	NE
Xileno	---	NE	NE
Hidrocarburos Poliaromáticos			
Naftaleno	---	NE	NE
Benzo(a) pireno	µg/kg	31.9	782
Acenaftileno	µg/kg	5.87	128
Acetanafteno	µg/kg	6.71	88.9
Fluoreno	µg/kg	21.2	144
Fenantreno	---	NE	NE
Antraceno	µg/kg	46.9	245
Fluoranteno	µg/kg	111	2355
Pireno	µg/kg	53	875
Benzo(a)antraceno	µg/kg	31.7	385
Criseno	µg/kg	57.1	862
Benzo(b)fluoranteno	---	NE	NE
Benzo(k)fluoranteno	---	NE	NE
Dibenzo(ah)antraceno	---	NE	NE
Benzo(ghi)perileno	---	NE	NE
Indeno(1,2,3-cd) pireno	---	NE	NE
Hidrocarburos de Petróleo			
Fracción de hidrocarburos F1(C6-C10)	---	NE	NE

Parámetros mg/kg PS	Unidad	ISQG: Interim Sediment Quality Guideline	PEL: Probable Effects Level
Fracción de hidrocarburos F2(>C10-C28)	---	NE	NE
Fracción de hidrocarburos F3(>C28-C40)	---	NE	NE
Inorgánicos			
Arsénico	µg/kg	5900	17000
Bario total	---	NE	NE
Cadmio total	---	NE	NE
Cromo total	mg/kg	37.3	90
Mercurio	µg/kg	170	486
Plomo	mg/kg	35	91.3

NE: No Especificado.

Fuente: Environmental Quality Guidelines of Alberta.

3.5.1.8.2. Parámetros de Muestreo y Metodologías Analíticas

Los parámetros de sedimento que se monitorearán se presentan en la **Tabla 3-26.**

Tabla 3-26. Método de Análisis, Límites de Detección Empleados por Laboratorios y Estándares de Calidad de Sedimentos

Parámetros	Método De Referencia	Límite De Detección	Estándares De Comparación
Benceno	EPA METHOD 8260 C, Rev. 3, 2006	0,004 mg/kg	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*: 1,2 mg/kg
Tolueno	EPA METHOD 8260 C, Rev. 3, 2006	0,012 mg/kg	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia:* 1,4 mg/kg
Etilbenceno	EPA METHOD 8260 C, Rev. 3, 2006	0,008 mg/kg	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia:* 1,2 mg/kg
Xilenos	EPA METHOD 8260 C, Rev. 3, 2006	0,019 mg/kg	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia:* 1,3 mg/kg
Naftaleno	EPA METHOD 8260 C, Rev. 3, 2006	0,009 mg/kg	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia:* 0,391 mg/kg
Benzo(a) pireno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014):* 0,0319 mg/kg (ISQG) / 0,782 mg/kg (PEL)
Acenaftileno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014):* 0,00587 mg/kg (ISQG) / 0,128 mg/kg (PEL)
Acetanafteno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014):* 0,00671 mg/kg (ISQG) / 0,0889 mg/kg (PEL)
Fluoreno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014):* 0,0212 mg/kg (ISQG) / 0,144 mg/kg (PEL)
Fenantreno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014):* 0,0419 mg/kg (ISQG) / 0,515 mg/kg (PEL)
Antraceno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014):* 0,0469 mg/kg (ISQG) / 0,245 mg/kg (PEL)
Fluoranteno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014):* 0,111 mg/kg (ISQG) / 2,355 mg/kg (PEL)
Pireno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014):* 0,053 mg/kg (ISQG) / 0,875 mg/kg (PEL)

Parámetros	Método De Referencia	Límite De Detección	Estándares De Comparación
Benzo(a)antraceno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014):* 0,0317 mg/kg (ISQG) / 0,385 mg/kg (PEL)
Criseno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0006 mg/kg	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014):* 0,0571 mg/kg (ISQG) / 0,862 mg/kg (PEL)
Dibenzo(ah)antraceno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia:* 0,135 mg/kg
Benzo(ghi)perileno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0006 mg/kg	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia:* 3,2 mg/kg
Indeno(1,2,3-cd) pireno	EPA METHOD 8270 D, Rev. 5, 2014	0,0009 mg/kg	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia:* 3,2 mg/kg
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C9-C40)	EPA METHOD 8015 C, Rev. 3 2007	2 mg/kg	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia:* 500 mg/kg
Arsénico total	EPA 3050 B: 1996/EPA 6010 B: 1996	3,5 mg/kg	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014):* 5,9 mg/kg (ISQG) / 17 mg/kg (PEL)
Cadmio total	EPA 3050 B: 1996/EPA 6010 B: 1996	0,5 mg/kg	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*: 3,5 mg/kg
Cromo total	EPA 3050 B: 1996/EPA 6010 B: 1996	0,9 mg/kg	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014):* 37,3 mg/kg (ISQG) / 90 mg/kg (PEL)
Plomo total	EPA 3050 B: 1996/EPA 6010 B: 1996	2,0 mg/kg	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014):* 0,035 mg/kg (ISQG) / 0,0913 mg/kg (PEL)
Mercurio total	EPA 7471 B, February 2007	0,01 mg/kg	*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014):* 0,170 mg/kg (ISQG) / 0,486 mg/kg (PEL)
PCB´s	EPA Method 8270 D Rev. 5	0,042 mg/kg	*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*: 0.277 mg/kg
Textura	NOM-021-RECNAT-2000 Sección 7.1.9	---	(b)
pH	EPA METHOD 9045 D, Rev. 4 2004	---	(b)

(a) Parámetro relacionado con la actividad desarrollada en la zona
(b) Parámetro indicador de la posible migración de contaminantes

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Las acreditaciones del laboratorio se presentan en el **Anexo 6.5.1**.

3.5.1.8.3. Tipo de Muestras

Durante el muestreo de sedimentos se colectaron solamente muestras simples.

3.5.1.8.4. Localización y Número de Puntos de Muestreo

Los sitios donde se van a tomar las muestras de sedimentos son aquellos que han estado parte del tiempo cubierto por aguas, esto depende de las épocas húmeda y seca de la cuenca Pastaza, por tal motivo los muestreos se tomarán en época seca (menos húmeda) para tener la certeza que estos sitios no se encuentran inundados y tener condiciones de representatividad, esto en concordancia con el anexo A4 "Detalle de trabajos de campo y análisis de muestras" de los términos de referencia de la "Contratación del servicio de consultoría para elaborar los planes de rehabilitación de siete (7) sitios impactados por las actividades de hidrocarburos en la cuenca del río Pastaza" que indica que los

muestreos se realizaran en época seca (menos húmeda). En la **Tabla 3-27**, se relacionan el número y ubicación de los puntos de muestreo de sedimentos.

Tabla 3-27. Puntos de Muestreo de Sedimentos

Puntos de Muestreo	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S		Referencia
	Este	Norte	
S0104-Sed001	339006	9693212	Al Oeste del afluente de la quebrada Capahuarí Yacu.
S0104-Sed002	338868	9693328	Al Norte del afluente de quebrada Capahuarí Yacu.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En el **Anexo 6.4**, se presenta el plano de muestreo de sedimentos.

3.5.1.8.5. Toma de Muestras

En el **Anexo 6.5.1**, se presenta el procedimiento de toma de muestra en campo para sedimentos.

3.5.1.8.6. Procedimientos, Medidas y Custodia para el Aseguramiento de la Calidad

En el **Anexo 6.5.1**, se presentan los procedimientos, las medidas y las custodias para el aseguramiento de la calidad de las muestras.

3.5.1.8.7. Consideraciones Generales de Conservación y Transporte

Ver **Anexo 6.5.1**, se presentan los procedimientos, las medidas y las custodias para el aseguramiento de la calidad de las muestras.

3.5.1.9. *Muestreo de Hidrobiológicos*

3.5.1.9.1. Ecosistemas Acuáticos

Las características físicas y químicas de los cuerpos de agua afectan la abundancia, composición, estabilidad, productividad y condiciones fisiológicas de las poblaciones de organismos acuáticos (Allan, 1995). Los métodos biológicos usados para evaluar la calidad del agua incluyen la colecta, conteo e identificación taxonómica y procesamiento e interpretación de datos biológicos.

Se propone trabajar con base en lo establecido por el Standard *Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA. 2005)* y según lo estipulado en la Guía de Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macro invertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú / Departamento de Limnología, Departamento de Ictiología -- Lima: Ministerio del Ambiente, 2014. Con adaptaciones que dependerán de las características propias de cada cuerpo de agua.

Los puntos de muestreo para los componentes biológicos: Plancton, Perifiton, bentos y peces se presentan en las coordenadas de estaciones de Monitoreo Hidrobiológico de la **Tabla 3-28**.

Tabla 3-28. Estaciones de Monitoreo Hidrobiológico

Sito	Código	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S		Referencia
		Este	Norte	
S0104	S0104-Hb-Fit-002	338632	9693300	Afluente de la quebrada Capahuarí Yacu
S0104	S0104-Hb-Fit-002	338632	9693300	
S0104	S0104-Hb-Zoo-002	338632	9693300	
S0104	S0104-Hb-Zoo-002	338632	9693300	
S0104	S0104-Hb-Per-002	338632	9693300	

Sito	Código	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S		Referencia
		Este	Norte	
S0104	S0104-Hb-Ben-002	338632	9693300	

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Para estas estaciones de muestreo está previsto realizar la colecta de peces (para estudios taxonómicos y determinación de Metales). En el **Anexo 6.4**, se presenta el plano de ubicación del punto de muestreo hidrobiológico y en el **Anexo 6.5.1.** Documentación del muestreo de detalle se presentan los procedimientos de toma de muestra.

- **Levantamiento de información en campo**

En campo se diligenciará una ficha que incluye los siguientes ítems:

- Localización del área de muestreo fijando las coordenadas (GPS).
- Descripción de la morfología y morfometría del lago (ancho, largo, tipo de orilla, profundidad promedio).
- Observación y descripción de las entradas y salidas de agua, vertidos puntuales, estado trófico del ecosistema y cobertura vegetal (micrófitos).
- Fijación de estaciones de muestreo, cuyo número dependerá del propósito del estudio. Deberán estar ubicadas en las orillas y en la parte central del ambiente acuático.
- Medición de parámetros físico-químicos de agua (turbidez, Oxígeno disuelto, temperatura y pH), pues constituyen datos importantes que servirán en la interpretación de resultados.

3.5.1.9.2. Toma de Muestras

En el **Anexo 6.5.1**, se presenta el procedimiento de Toma de muestra en campo para el componente hidrobiológico.

3.5.1.9.3. Procedimientos, Medidas y Custodia para el Aseguramiento de la Calidad

En el **Anexo 6.5.1**, se presentan los procedimientos, las medidas y las custodias para el aseguramiento de la calidad de las muestras.

3.5.1.10. *Muestreo Componente Biótico*

3.5.1.10.1. Componente Fauna

El muestreo de fauna por su parte se definió basándose en la metodología propuesta por "La guía de inventario de la Fauna Silvestre" publicada por el MINAM en 2015 y aprobada mediante RM N° 057 de 2015, la cual fue adaptada a las características del área de estudio y al alcance del proyecto de la siguiente forma:

El plan de muestreo contempla realizar transectos de 100 m x 5 m para herpetofauna (Transecto de Banda Fija - TBF), 100 m x 10 m para mamíferos (Transecto de Ancho Fijo) y 100 m x 20 m para aves (Transecto de franja fijo) los cuales sumarán 1 km aprox. que es la distancia calculada para cubrir el área de afectación y sus zonas cercanas. Se definió realizar transectos cortos y no un (1) solo en el sitio S0104 (Botadero Km 2), con el fin de poder estandarizar el muestreo teniendo en cuenta otros sitios que son de tamaños diferentes. Durante el levantamiento de información se registran datos relacionados con identificación taxonómica, hábitat y/o cobertura donde se encuentre el ejemplar, estrato vertical y horizontal y número de individuos. Adicionalmente se toman registros fotográficos en caso de ser posible, se toman datos morfométricos y de salud de los individuos que sean capturados.

Se llevarán a cabo recorridos de observación libre (Transectos lineales) con los cuales se busca realizar encuentros directos e indirectos de fauna silvestre en el área de estudio. Esta técnica será complementaria con el fin de levantar la mayor cantidad de información posible.

Adicionalmente se lleva a cabo las siguientes técnicas de muestreo por grupo taxonómico:

- **Herpetofauna**

Es la técnica de búsqueda por encuentro visual (VES) en toda el área la cual se verá reflejada en cartografía dentro de la técnica de transectos lineales y se instalarán al menos dos (2) parcelas de 5m x 5m removiendo hojarasca y tierra en búsqueda de individuos en horario diurno (12:00-13:00) y nocturno (16:00-19:00) para un esfuerzo de muestreo de 2 horas - hombre. La actividad será desarrollada por el biólogo encargado y el personal de apoyo de la zona para un esfuerzo de muestreo total de 4 horas-hombre por día (**Figura 3-3**).

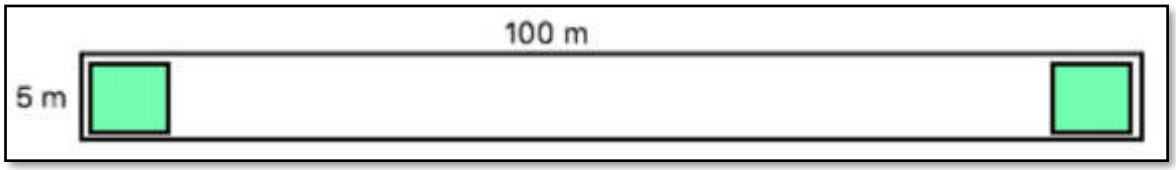


Figura 3-3. Transecto Herpetofauna y Parcelas
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- **Avifauna**

Se instalan cuatro (4) Redes de niebla de 10 m cada una para un total de 40 m lineales, las cuáles serán operadas de 6:00 a 9:00. Lo anterior indica que el esfuerzo de muestreo es de aproximadamente 10 horas/red por día. Adicionalmente, se realizan dos transectos de 0,2 ha en cada zona escogida (contaminada y no contaminada) con el fin de hacer un levantamiento de información de avifauna por medio de registros visuales y auditivos. Para esta técnica se emplearán unos binoculares Nikon Prostaff 7 de 10 x 50 mm y una cámara fotográfica. (**Figura 3-4**).

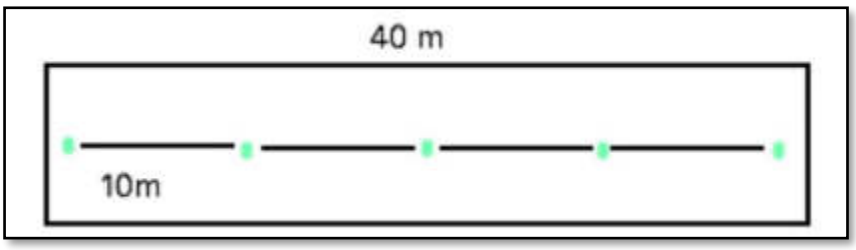


Figura 3-4. Distribución Redes de Niebla por Área Muestreada
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Las redes de niebla se instalarán cerca de uno de los transectos de franja fijo con el fin de lograr que ambas técnicas sean complementarias.

- **Mastofauna**

Para el caso de los mamíferos pequeños se instalarán diez (10) trampas Tomahawk trampas por noche de muestreo. Cada trampa estará separada entre 5 m y 10 m de distancia de cada una, se camuflarán con vegetación y se usarán cebos recomendados en la guía del inventario de la fauna silvestre (MINAM, 2015). En la **Figura 3-5**, se distribución de las tramas Tomahawk.

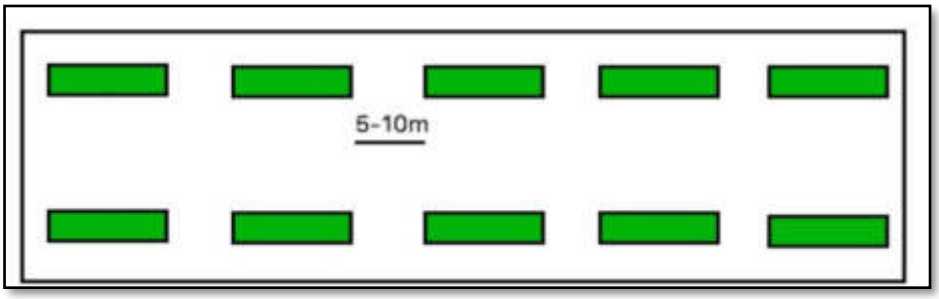


Figura 3-5. Distribución Trampas Tomahawk por Área Estudiada
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Para el caso de los Mamíferos medianos y grandes se instalarán cuatro (4) cámaras trampa por noche de muestreo con el fin de identificar las especies que por allí se desplacen.

Todos los grupos taxonómicos estudiados y las especies e individuos registradas son reportados en un formato de campo y/o libreta de campo y se les tomarán datos relacionados como: Ubicación geográfica, identificación taxonómica, hábitat, evidencia encontrada, actividad realizada por el individuo y/o estado de la evidencia, se tomará un registro fotográfico y en caso de la captura de algún individuo vivo se realizará toma de medidas morfométricas y del estado de salud del individuo para finalmente liberarlos sin ser afectados.

Las trampas Tomahawk y las cámaras están instaladas muy cerca de alguno de los transectos de ancho fijo que sean seleccionados en el área de estudio con el fin de complementar la información que arrojen las técnicas de muestreo utilizadas y den un mejor resultado en el análisis.

A continuación, en la **Tabla 3-29**, se muestran las coordenadas de los vértices de los transectos que serán muestreados y de los puntos proyectados para la instalación de trampas, en la **Tabla 3-30**, se muestran las coordenadas de técnicas de referencia para el muestreo de Fauna.

Tabla 3-29. Transectos de Referencia para Muestreo de Fauna

N°	Sitio	Técnica de muestreo	Código	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S			
				Inicio		Final	
				Este	Norte	Este	Norte
1	S0104	Transectos de referencia fauna	S0104-FAU-TRAF-01	338891	9693203	338938	9693133
2			S0104-FAU-TRAF-02	338913	9693265	338922	9693191
3			S0104-FAU-TRL-01	338955	9693152	338838	9693219
4			S0104-FAU-TRL-02	338955	9693205	338839	9693266

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Tabla 3-30. Técnicas de Referencia para Muestreo de Fauna

No.	Sitio	Técnica de muestreo	Código	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S	
				Inicial	
				Este	Norte
1	S0104	Fauna parcelas herpetofauna	S0104-FAU-HER-PAR-01	338887	9693236
2			S0104-FAU-HER-PAR-02	339008	9693150
3		Fauna redes	S0104-FAU-AVI-RED-01	339041	9693012
4			S0104-FAU-AVI-RED-02	0339061	9693008
5			S0104-FAU-MAS-CAM-01	0338943	9693202

No.	Sitio	Técnica de muestreo	Código	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S	
				Inicial	
				Este	Norte
6		Fauna cámara trampa	S0104-FAU-MAS-CAM-02	0339000	9693162
7			S0104-FAU-MAS-CAM-03	0338891	9693179
8			S0104-FAU-MAS-CAM-04	0339090	9693091
9		Fauna trampa	S0104-FAU-TRAM-01	0338929	9693168
10			S0104-FAU-TRAM-02	0338923	9693165
11			S0104-FAU-TRAM-03	0338916	9693196
12			S0104-FAU-TRAM-04	0338924	9693196
13			S0104-FAU-TRAM-05	0338937	9693198
14			S0104-FAU-TRAM-06	0338921	9693225
15			S0104-FAU-TRAM-07	0338922	9693223
16			S0104-FAU-TRAM-08	0338898	9693290
17			S0104-FAU-TRAM-09	0338906	9693305
18			S0104-FAU-TRAM-10	0338906	9693306

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En el **Anexo 6.4,** Mapas con la ubicación de los puntos de muestreo, se presenta el Mapa de muestreo de Fauna.

- **Entrevistas Semiestructuradas**

Para complementar esta información se consultó con los pobladores la importancia cultural, económica y ambiental de cada organismo identificado y se determinó que otras especies no registradas son importantes para su cultura. Finalmente se buscó identificar si alguna especie en categoría de amenaza según UICN o CITES pudiera verse eventualmente en el área afectada, para lo cual se utilizarán libros o cualquier herramienta visual para que los pobladores puedan reconocerlos.

3.5.1.10.2. Componente Flora

La metodología empleada es una adaptación de la guía de inventario de la flora y vegetación definida por el MINAM (2015) a las condiciones del Sitio S0104 (Botadero Km 2).

La cobertura es de Bosque de terraza alta con vegetación secundaria presente, la cual requiere de un tamaño mínimo muestral de 0,5 ha, en este caso serán distribuidas en 5 parcelas o transectos de un décimo de hectárea (100 m x 10 m) para alcanzar el total esperado, al interior de esta se censan todos los individuos arbóreos (Categoría de tamaño fustales) con más de 10 cm de DAP (Diámetro a la altura del pecho).

Dentro de las parcelas se censarán todos los individuos arbóreos consignando los datos en los formatos de campo destinados para tal fin, las variables registradas son: DAP (Diámetro a la altura del pecho medida en metros), altura total y altura comercial (altura del fuste hasta la primera ramificación) medidas en metros, para la primera variable se usará la cinta métrica y se medirá a una altura de 1,30 metros de la base de los árboles, la segunda se hará por estimación. Cada árbol medido será marcado con pintura roja y un consecutivo numérico, esto con el fin de facilitar posibles mediciones futuras de control por parte de las autoridades ambientales competentes o la supervisora del proyecto.

- **Forma y Tamaño de la Parcela**

Con las unidades florísticas predefinidas se precisarán las características de las unidades muestréales a utilizar en campo para recopilar la información en cada una de las comunidades vegetales al igual que para el muestreo estadístico. De acuerdo al tipo de comunidad se trabajará con parcelas rectangulares y cuadradas dependiendo del estado sucesional de las diferentes unidades florísticas.

En la **Figura 3-6**, se relacionan el tamaño de las parcelas tipo a utilizar en las unidades de coberturas que son uno de los insumos principales en la definición de las unidades florísticas y como tal, estas unidades de coberturas, serán las que definen la forma y el tamaño de las unidades muestréales a levantar en cada unidad florística. Para coberturas boscosas se plantea realizar parcelas de 100x10 m (0,1 ha) de acuerdo a Melo y Vargas (2003)[15]; Para la Vegetación Secundaria Baja se realizarán unidades de 100 m^2 acorde a lo recomendado CATIE (2001)[16], debido al tamaño de los elementos arbóreos y a la homogeneidad esperada en estructura y composición florística; para los brinzales el área será de 4 m^2.

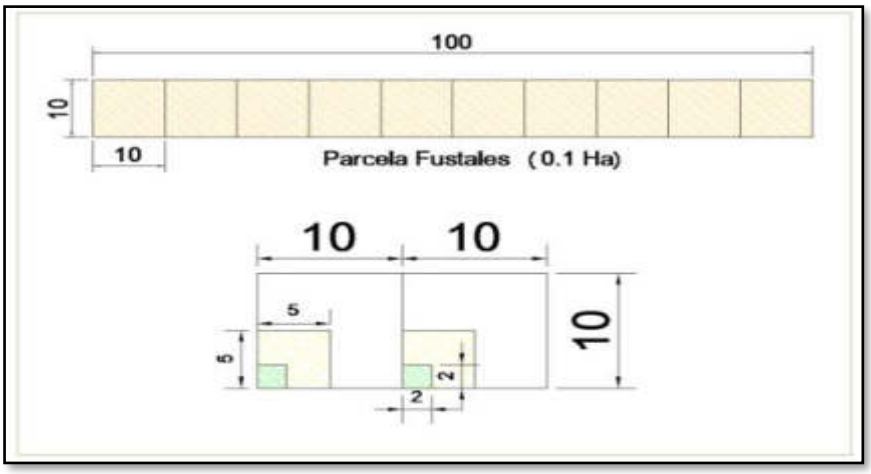


Figura 3-6. Modelo de las Parcelas de Muestreo
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Las formas y tamaños anteriormente expuestos son utilizadas para la caracterización de las diferentes unidades florísticas presentes en el área de estudio.

A continuación, se presenta a continuación la metodología para la caracterización de la vegetación en el área del Sitio S0104 (Botadero Km 2).

- **Etapa de Campo**

Para el estudio se procede a realizar un recorrido en campo para abarcar todas las posibles variables que influirán en la caracterización y muestreo estadístico (estados sucesionales de las unidades de cobertura, accesos viales y topografía) definiendo con precisión todas las unidades de cobertura con puntos de control a fin de complementar el mapa de coberturas vegetales.

- **Selección de Sitios de Muestreo**

De acuerdo a las condiciones propias que se han observado en el área de estudio se procede a ubicar las unidades muestréales para fustales, latizales y brinzales de manera aleatoria en aquellos sitios más representativos en términos dasométricos.

[15] MELO, C. & RÍOS, V. R. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Ibagué, Colombia. 2003. 222 pp.
[16] CATIE. Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central. Ed. CATIE. Costa Rica. 2002. 265 pp.

Las parcelas de caracterización se establecen en los parches más representativos garantizando la disminución del efecto de borde en las coberturas identificadas en campo y distribuyéndolas de forma regular dentro del área de estudio.

- **Personal de Apoyo**

Se cuenta con la colaboración de personal de apoyo pertenecientes a la comunidad nativa de Nuevo Porvenir para el reconocimiento de las especies vegetales, apertura de senderos o trochas, efectuar el montaje de las parcelas de caracterización, así como la medición y marcaje de los individuos inventariados como se observa en la **Fotografía 3-1.**

Fotografía 3-1. Colaborador de la Comunidad Nativa
Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- **Instalación y Marcación de Parcelas**

Con la definición de las áreas a muestrear para la caracterización, se georreferenciarán las unidades muestréales en campo para posteriormente definirlas en el mapa de coberturas vegetales. Posteriormente se procederá a levantar la información relacionada con la identificación de las especies, medición de atributos, numeración y marcación de los individuos.

El procedimiento para la toma de los datos y la marcación de los elementos arbóreos será igual para todos los tamaños y formas de las parcelas. A continuación, se presenta el método de toma de información en el tipo de cobertura bosques a partir de este procedimiento, se desprende el levantamiento de la información primaria en las comunidades vegetales de acuerdo a lo anterior para el bosque de galería se fija un eje de 100 m, con cinco (5) metros a cada lado en donde se instalan la parcela y las subparcelas de la siguiente manera:

- Una parcela de 100 m x 10 m para fustales, los cuales se marcan en el terreno con números consecutivos y con pintura de aceite roja.
- Diez (10) subparcelas de 5m x 5m para latizales.
- Diez (10) subparcelas de 2m x 2m para brinzales.

La secuencia lógica de la operación en campo, así como el equipo de medición e insumos se detallan en la **Figura 3-7**. Respecto a los individuos presente en los bordes de la parcela se incluirán únicamente los individuos enraizados dentro de la parcela a excepción de los individuos arbóreos de gran tamaño que tuviesen por lo menos la mitad del tallo dentro de los límites de la misma.

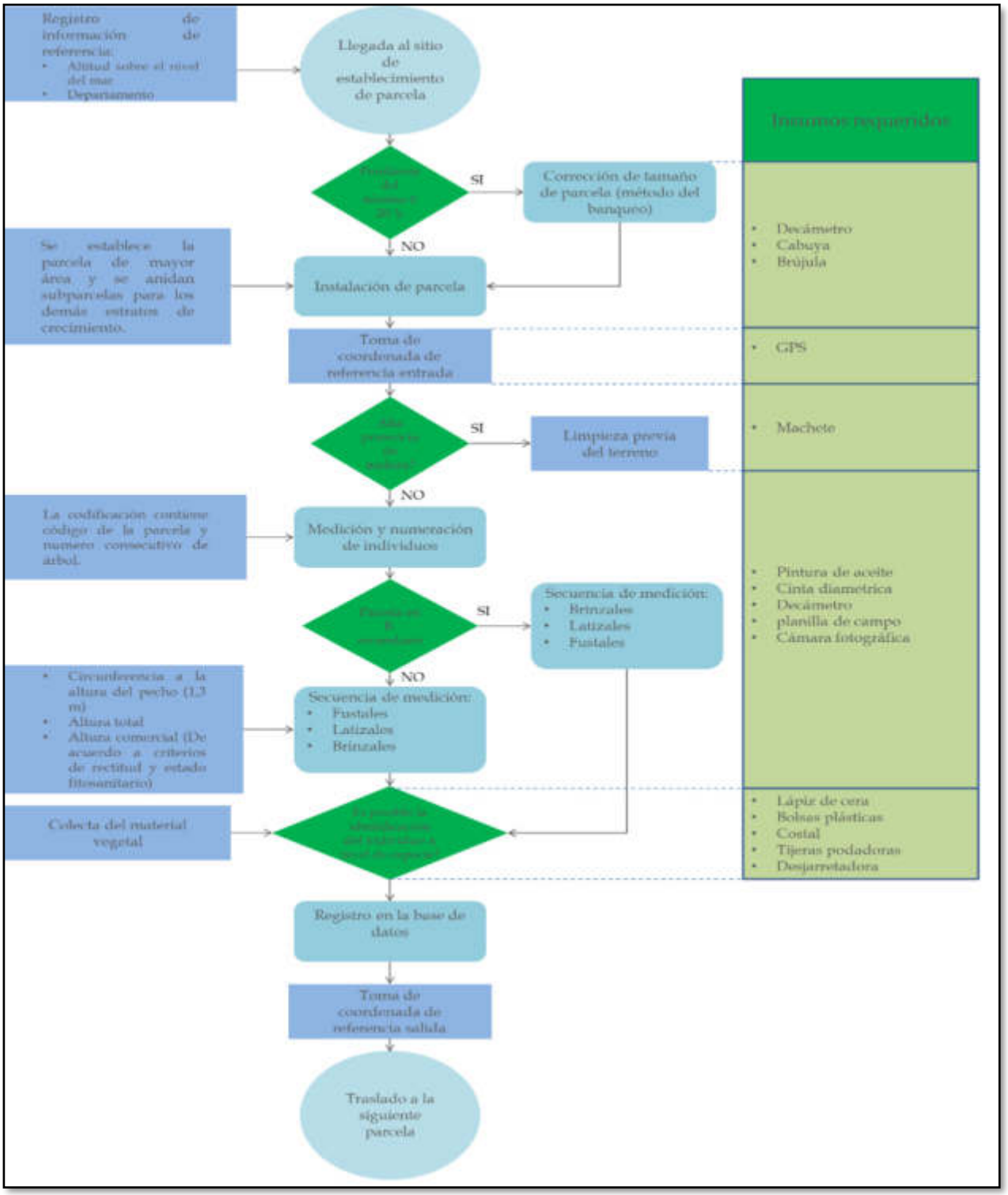


Figura 3-7. Secuencia Lógica para toma de Datos en la Fase de Campo
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Adicionalmente a la información consignada en la figura anterior, se registra la presencia de árboles caídos, torcidos o bifurcados, de igual manera se compilan características específicas de cada individuo (estado fenológico, colores, olores, material reproductivo si lo hay, características de la corteza, presencia de látex, etc.). Los individuos con más de un tallo (bifurcaciones) son medidos

siempre y cuando la bifurcación se encuentre por debajo de 1,3 m con el objetivo de obtener el diámetro promedio cuadrático del individuo.

- **Registro de Atributos**

El registro de la información y las mediciones serán realizadas por el Ing. Forestal, mediante el uso de formatos de campo donde se consignan generalidades como nombre del proyecto, número de parcela, coordenadas, altura sobre el nivel del mar, fecha, predio, propietario y la ubicación de acuerdo a las unidades territoriales. También se procederá a realizar la medición de variables dasométricas las cuales corresponden a la circunferencia a la altura del pecho (CAP), se estimará la altura comercial o altura a la base de la copa y la altura total de los individuos.

Para la categoría de fustales se registran todos los individuos que presenten un CAP igual o superior a 31,5 cm (10 cm de DAP), el número del árbol, bifurcación, nombre común de la especie inventariada; en general las variables dasométricas tomadas en el inventario de fustales son:

- Número de árbol
- Nombre común o regional
- CAP (cm) o PAP (cm)
- Altura total (m)
- Altura comercial (m)
- Altura al inicio de la copa (m)
- Usos
- Observaciones

Con base en la información a recopilar, se plantea manejar la planilla de registro de datos en campo como se aprecia en el **Anexo 6.5.2**, donde se encuentran los formatos de campo del plan de muestreo.

Durante la fase de campo es común encontrar inconvenientes en la toma de los datos debido a la posición de los árboles, la topografía del terreno o las características morfológicas, los casos más comunes se relacionan en la **Figura 3-8**, donde se expone la manera adecuada de registrar la información.

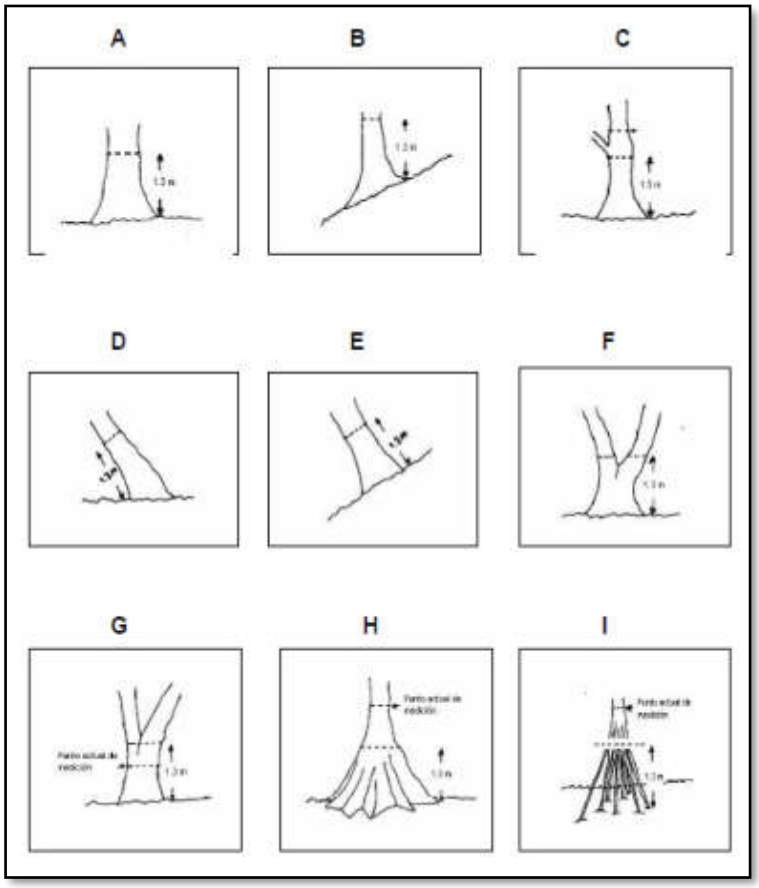


Figura 3-8. Recomendaciones para la Medición del Diámetro en Árboles Deformados, Bifurcados e Inclinados

Dónde: A: Diámetro normal. B: Árbol ubicado sobre pendiente. C: Árbol con presencia de nudos y ramificaciones. D: Árbol inclinado sobre terreno plano. E: Árbol inclinado sobre pendiente. F: Árbol bifurcado por debajo de los 1,30 m. G: Árbol bifurcado por encima de los 1,30 m. H: Árbol con presencia de contrafuertes. I: Árbol con raíces fulcreas.

Fuente: Adaptado de Condit (1995)[17], Dallmeier *et al.*, (2000)[18] y FAO (2001)[19].

Para los individuos de regeneración natural se registrará el número, nombre común de la especie y categoría de acuerdo a la clasificación de la **Tabla 3-31**.

[17] CONDIT R. Research in large, long-term tropical forest plots. *Tree.* 1995. 10(1):10-22 pp.

[18] DALLMEIER, F., J.A. COMISKEY Y O. HERRERA-MACBRYDE. Evaluación y Monitoreo para la Conservación y Manejo Adaptativo en Reservas de la Biosfera: Cómo Apoyar la Contribución de la Estación Biológica del Beni. 2000. En: Biodiversidad, Conservación y Manejo en la Reserva de la Biosfera. Estación Biológica del Beni, Bolivia (editado por O. Herrera-MacBryde, F. Dallmeier, B. MacBryde, J.A. Comiskey y C. Miranda), 1-20 pp. SI/MAB Series No. 4, Smithsonian Institution/UNESCO. Washington.

[19] FAO. 2001. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2000 – informe principal. Estudio FAO: Montes Núm. 140. Roma, Italia. (Disponible también en: www.fao.org/forestry/ site/7949/en/).

Tabla 3-31. Categorías Regeneración Natural

Nombre de Clase	Categoría de Tamaño	DAP
Latizal alto	Ct1	>5 cm
Latizal bajo	Ct2	>2,5 < 5 cm
Brinzal	Ct3	<2,5 cm

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- **Identificación de Especies Endémicas, en Veda, en Categorías de Amenaza o de Importancia Ecológica, Económica y Cultural**

Se identificarán las especies vegetales registradas en la caracterización y el muestreo estadístico que se encuentran en peligro o amenaza según la literatura y normatividad expedida.

Para identificar las especies vegetales de importancia ecológica, económica y cultural, se soportarán con el diligenciamiento de las carteras de campo en donde se consultan los usos y además en la columna de observaciones se anotan otros criterios que los mismos materos conocedores de las especies de la zona suministren.

- **Recolección de Muestras**

Se recolectarán las muestras botánicas para ser identificadas posteriormente por personal calificado una vez esté el permiso de investigación científica. La recolección se hará considerando la diversidad y complejidad florística que presentan las coberturas; para este procedimiento se lleva a cabo la siguiente metodología.

En muchos casos el éxito y la buena calidad del material colectado depende de tener los implementos necesarios, estos son:

- Alcohol al 95% diluido en agua hasta el 75%.
- Bolsas plásticas transparentes, de 60 x 75 cm, de calibre grueso, y un costal.
- Lápiz de cera o marcador
- Papel periódico
- Podadora de extensión, con una cuchilla cortadora
- Podadora de mano.
- Rollo de cuerda para amarrar los paquetes de plantas

- **Métodos de Recolección**

Se llevarán a cabo dos (2) métodos para colectar el material vegetal, uno manual y otro empleando una podadora de extensión. El método manual consiste en colectar las muestras directamente, siempre y cuando las plantas no superaran la altura de una persona, por otro lado, el método que emplea la podadora de extensión se utiliza para especies arbóreas o epífitas que se encuentran en alturas no superiores a 10 m [20]. En la **Fotografía 3-2**, se observa los métodos de recolección de muestras foliares.

[20] HERBARIO UDBC. Guía para la recolección y preservación de muestras botánicas en campo. Ed. Herbario UDBC Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia. 2008.

Fotografía 3-2. Recolección Manual de Muestra para Herbario
Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Fotografía 3-3**, se observa el método de recolección de muestras foliares.

Fotografía 3-3. Recolección con Extensión Telescópica de Muestra para Herbario
Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- **Notas de Campo**

La información registrada para cada ejemplar contiene la localización de la muestra (coordenadas, departamento, provincia, distrito) e información de las características del individuo arbóreo que no serán evidentes una vez la muestra esté seca, como el hábito, colores de flores, frutos (en caso de encontrarse en estado fértil) y olor. Para la colección de briófitas, en caso de necesitarse, se registra el sustrato, la altura del árbol, olor y el color ya que este podría cambiar.

- **Preparación del Material en Campo**

Una vez recolectadas las muestras en campo se procederá a disponerlas en un periódico teniendo la precaución las partes de la muestra no sobresalgan para cumplir con las normas científicas y estéticas

de presentación, este procedimiento hace la labor de recolección más lenta, pero asegura un material completo y de mejor calidad.

Como regla general se deberá asegurar que el material este completo que se observe la disposición y tipo de hojas, características del haz y del envés (nervaduras, pubescencia), flores y/o frutos expuestos, adicionalmente en la esquina del borde del periódico se debe escribir el número de colección de cada muestra.

- **Preservación en Campo y Transporte**

Para preservar el material se utilizará alcohol de 95% diluido en una proporción de 71% de alcohol y 29% de agua. Esta solución se agregará a las muestras que han sido previamente envueltas en papel periódico, la solución de alcohol se aplicar por aspersión hasta que el papel este totalmente húmedo, luego de lo cual las muestras se introducirán en bolsas plásticas, finalmente se cierra la bolsa herméticamente de manera que los vapores del alcohol no se escapen. El transporte de las bolsas se debe realizar con precaución cuidando de no ocasionar perforaciones o la destrucción de las muestras.

- **Secado y Cuarentena**

Una vez seleccionado el material que ingresa al herbario se somete al proceso de secado, en el cual, las muestras se extraen de las bolsas e ingresan a la prensa, previamente etiquetadas, donde cada espécimen es individualizado por láminas de cartón o de papel secante y láminas de corrugados de aluminio. La prensa se ingresa al secador por 36 horas con una temperatura constante de 80°C.

El proceso de cuarentena tiene como fin descontaminar todo el material seco y evitar la contaminación de la colección general del herbario, esto se efectúa introduciendo el material en un congelador a una temperatura de -20°C.

- **Determinación**

Este proceso se refiere a la asignación del nombre científico (género y especie) y se llevará a cabo de diferentes formas: en primera instancia por medio de un especialista o botánico y en segunda, mediante la comparación entre especímenes existentes en una colección de herbario. La clasificación de las especies estará basada en el sistema de clasificación APG[21] para angiospermas.

La identificación taxonómica de las especies se realizará mediante observación de características fisiológicas de cada uno de los individuos en pie (objeto de caracterización), así como de elementos presentes en el dosel del bosque, en el suelo y en el sotobosque, tales como ramas, hojas, frutos, flores caídas y/o presencia de rebrotes y renuevos, en los cuales se evalúa la presencia de puntos traslúcidos y lepidotos, patrones de nerviación, presencia de estípulas, entre otros.

Adicionalmente, se observará la apariencia de la corteza y raíces (tablares, con bambas, aguijones, espinas púas, etc.) y se revisarán las características organolépticas como el olor de algunas partes del árbol, presencia y color de látex si hay, lo cual aportara información valiosa para el reconocimiento de los individuos muestreados en todo este trabajo de observación, se complementará con la ayuda de uso de claves botánicas en campo, personal de la zona y registro fotográfico.

A continuación, en la **Tabla 3-32**, se presentan las coordenadas del eje de las parcelas que serán muestreadas en Sitio S0104 (Botadero Km 2).

[21] APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. Botanical Journal of the Linnean Society. 2009. 161: 105-121 pp.

Tabla 3-32. Parcelas de Muestreo de Flora

N°	Sitio	Técnica de muestreo	Código	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S			
				Inicio		Final	
				Este	Norte	Este	Norte
1	S0104	Colecta de especies	S0104-FLO-PAR-26	339191	9693132	339091	9693123
2			S0104-FLO-PAR-27	338873	9693144	338836	9693237
3			S0104-FLO-PAR-28	338910	9693307	338826	9693253
4			S0104-FLO-PAR-29	339011	9693110	339010	9693210
5			S0104-FLO-PAR-30	338964	9693128	338899	9693204

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En el **Anexo 6.4**, Mapas con la ubicación de los puntos de muestreo, se presenta el Mapa de muestreo de Flora.

- **Toma de Muestras**

En el **Anexo 6.5.1**, se presenta el procedimiento de Toma de muestra en campo para el muestreo de tejidos vegetales.

- **Análisis de Bioacumulación en Flora**

Uno de los componentes que conforman la problemática de la contaminación ambiental en la selva peruana es la acumulación de metales pesados, los cuales son elementos que se presentan en el ambiente por procesos geológicos o por actividades industriales entre las que se destaca la explotación de hidrocarburos. Para analizar esta situación se propone diseñar un esquema de muestreo que permita identificar la acumulación de metales en organismos vivos como plantas y animales desde el punto de vista de biodisponibilidad de los contaminantes, su magnificación y biotransferencia incluyendo análisis de cadenas tróficas (Parra Ochoa, 2014).

Para diseñar este esquema durante el presente estudio se ha decidido tomar como punto de referencia práctico el componente flora debido a que el tamaño de las áreas es muy reducido en casi todos los casos y posiblemente las plantas que se encuentren en el área sean el mejor indicador de bioacumulación. De acuerdo a lo señalado se emplearán los siguientes criterios para definir las especies, géneros y/o familias de plantas que serán estudiadas:

1. Plantas usadas por el ser humano y la fauna silvestre para consumo.
2. Plantas que sean abundantes en el área estudiada.
3. Plantas que por su fenología presenten frutos en el momento de ser estudiadas.
4. Herbáceas de consumo para fauna silvestre.
5. Plantas que crezcan cerca a sectores en donde por medios analíticos se ha identificado la presencia de metales pesados.

Esta información, de preferencia será tomada en zonas impactadas y en zonas de control con el fin de identificar si existen diferencias en la concentración de metales pesados que puedan ser atribuidas a la contaminación causada por las actividades hidrocarburiferas realizadas años atrás.

En esta fase de diseño de los planes de rehabilitación no se tendrán en cuenta especímenes de fauna silvestre debido a que el rango de distribución de los vertebrados terrestres presentes en cada área afectada podría ser mayor, por lo tanto, los datos arrojados en este tipo de análisis no serían concluyentes. Sin embargo, una vez se identifiquen los metales pesados fijados en las plantas estudiadas, su concentración y las estructuras de las plantas donde sean hallados, será posible

determinar los grupos taxonómicos de fauna silvestre que serán recomendados para ser estudiados en la siguiente fase del proyecto relacionada con la implementación de dichos planes de rehabilitación.

Para el desarrollo del muestreo en campo se coordinó con el equipo de muestreo de suelos para determinar el área de toma de las muestras requeridas para el análisis foliar, el cual se desarrollará durante la salida de la época húmeda donde se ajustarán y definirán criterios, posteriormente en la época seca (menos húmeda), se procederá con la toma de muestras. Se espera que con los resultados de bioacumulación pueda establecerse una relación descriptiva entre los parámetros a que se evalúen en el componente suelos y los obtenidos en las plantas analizadas.

Para la recolección de la muestra es importante seguir el siguiente procedimiento:

- Muestrear preferentemente las plantas que se encuentren en fase de plena producción y/o aquellas que sean sospechosas de tener problemas nutricionales o fisiológicos.

- La toma de muestras se hará cuando el contenido de elementos dentro de la hoja sea constante (hoja madura) y debe hacerse referencia a algún estado fenológico de la planta muestreada (floración, fructificación, etc.).

- Las hojas a muestrear se obtendrán de la zona media de las ramas, así como los brotes de los que se tomen las muestras tienen que encontrarse en diversas direcciones.

- Las hojas recogidas tendrán que encontrarse a una altura media, entre 1.5 y 10.5 metros, tienen que tomarse de la parte externa del árbol. Las hojas muestreadas tendrán que tener pecíolo y ser verdes, sin lesiones y estar completas.

- Las muestras tomadas tendrán un total de 50 a 100 hojas, lo que dará un peso seco de alrededor de 100 gramos.

Se debe tomar muestras foliares de herbáceas y arbóreas, al menos una por cada habito. En el caso de las arbóreas se seleccionará la especie más abundante que sea de consumo humano y animal, se tomará la muestra proveniente de diversos individuos de la misma especie.

Generalmente de 50 a 100 gramos de material vegetal empacado en bolsas bien ventiladas de papel absorbente que es una cantidad suficiente para llevar a cabo el análisis foliar. Se secarán las muestras al aire libre durante un día entero (a temperatura menor a 50°C) y posteriormente se enviarán al laboratorio en bolsas perforadas. Estas bolsas son de un papel ligeramente absorbente que permiten el movimiento del aire y un cierto grado de secado durante el tránsito.

Según ERSA 2015 "*Cabe mencionar que los objetivos de la remediación no deben basarse solamente en el cálculo de concentraciones de contaminantes bajo criterios ecotoxicológicos, sino deben considerar también otros aspectos, como el impacto que tendrán las acciones de remediación al ecosistema, por ejemplo, la necesidad de perturbar el ecosistema de un cuerpo de agua para remover sedimentos contaminados o el impacto generado por el desbosque para excavar suelos contaminados*".

3.5.1.11. *Recursos Asignados*

Para el desarrollo del Plan de Muestreo, se deberá contar con el siguiente personal. Ver **Tabla 3-33**.

Tabla 3-33. Recursos Humanos Necesarios

Recurso	Época Húmeda	Época Seca
Personal Especialista	Jefe de Equipo, Responsable de campo, Profesional de relaciones comunitarias, Ing. Forestal, Biólogo, Geólogo, Ing. Geofísico,	Jefe de Equipo, Responsable de campo, Profesional de relaciones comunitarias, Ing. Forestal, Biólogo,

Recurso	Época Húmeda	Época Seca
	Topógrafo, Perforador, Cuadrilla de perforación de pozos, Auxiliar de topografía, Hidrobiólogo, Muestreadores de laboratorio, Coordinador de logística.	Geólogo, Especialista en Georradar, Topógrafo, Auxiliar de topografía, Hidrobiólogo, Muestreadores de laboratorio, Coordinador de logística.
Personal Médico	Doctor o profesional del área de la salud.	Doctor o profesional del área de la salud.
Monitor Ambiental Comunal	Monitores Ambientales para realizar el acompañamiento al muestreo de suelos, agua superficial, agua subterránea, muestreo hidrobiológico.	Monitores Ambientales para realizar el acompañamiento al muestreo de suelos, agua superficial, agua subterránea, sedimentos, muestreo hidrobiológico.
Especialista comunal en fauna	Montaraz para acompañar al biólogo	Montaraz para acompañar al biólogo
Especialista comunal en flora	Matero para acompañar al Ing. Forestal	Matero para acompañar al Ing. Forestal
Trabajadores Locales	Quince (15) trabajadores locales (aprox.), serán necesarios para realizar las siguientes actividades: muestreo de suelo, muestreo de agua superficial, construcción de piezómetros, muestreo de agua subterránea, levantamiento topográfico, registro SEV, muestreo hidrobiológico, muestreo de flora, muestreo de fauna.	Quince (15) trabajadores locales (aprox.), serán necesarios para realizar las siguientes actividades: muestreo de suelo, muestreo de agua superficial, muestreo de agua subterránea, muestreo de sedimentos, muestreo hidrobiológico, muestreo de flora, muestreo de fauna.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Los recursos logísticos necesarios para el desarrollo del plan de muestreo, se listan en la **Tabla 3-34.**

Tabla 3-34. Recursos Logísticos Necesarios

Recurso	Época Húmeda	Época Seca
Camionetas 4x4	Cuatro camionetas 4x4, para el transporte de personal	Cuatro camionetas 4x4, para el transporte de personal
Restaurante	Al personal local se le suministrará desayuno y almuerzo.	Al personal local se le suministrará desayuno y almuerzo.
Alojamiento	El personal de foráneo se alojará en el hotel de la comunidad Nuevo Andoas, El personal local pernoctará en su domicilio	El personal de foráneo se alojará en el hotel de la comunidad Nuevo Andoas, El personal local pernoctará en su domicilio

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.5.2. Descripción del Trabajo de Campo

3.5.2.1. *Componente Suelo*

La clasificación de suelos se ha efectuado siguiendo los lineamientos y normas del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS (*Unified Soil Classification System* (USCS).

3.5.2.1.1. Periodos de realización de Muestreo de Detalle

Acorde a la evaluación climatológica indicada en el ítem **2.2.5,** el muestreo se realizó en época húmeda se realizó entre los días catorce (14) y quince (15) de mayo del 2018.

Así mismo el muestreo en época seca (menos húmeda) se realizó los días diez (10), trece (13) y el dieciséis (16) de septiembre del 2018.

Los puntos de muestreo se efectuaron aplicando el muestreo dirigido en la época húmeda, ya que el sitio fue declarado por la OEFA como Sitio Impactado, en la **Tabla 3-35**, se relaciona el número de puntos de suelo.

Tabla 3-35. Puntos de Muestreo de Suelo realizados en Época Húmeda

N°	Estación de Muestreo	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S		Técnica	Época
		Este	Norte		
1	S0104-S001	338975	9693202	Calicata	Húmeda
2	S0104-S004	339040	9693083	Sondeo Manual con barreno	Húmeda
3	S0104-S007	338979	9693141	Sondeo Manual con barreno	Húmeda
4	S0104-S008	338907	9693257	Sondeo Manual con barreno	Húmeda
5	S0104-S009	338907	9693202	Sondeo Manual con barreno	Húmeda

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Tabla 3-36**, se relacionan las coordenadas de los doce (12) puntos de muestreo ejecutados en época seca (menos húmeda).

Tabla 3-36. Puntos de Muestreo de Suelo Realizados en Época Seca

N°	Punto de Muestreo	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S		Técnica	Época
		Este	Norte		
1	S0104-S002	339024	9693189	Sondeo Manual con barreno	Seca
2	S0104-S003	339044	9693161	Calicata 1x1,5x2	Seca
3	S0104-S005	339017	9693153	Calicata	Seca
4	S0104-S006	339047	9693100	Calicata 1,5x1,5	Seca
5	S0104-S010	338978	9693211	Sondeo Manual con barreno	Seca
6	S0104-S011	339064	9693161	Calicata	Seca
7	S0104-S012	339021	9693080	Sondeo Manual con barreno	Seca
8	S0104-S013	339089	9693154	Calicata	Seca
9	S0104-S014	338998	9693196	Sondeo Manual con barreno	Seca
10	S0104-S015	338860	9693283	Sondeo Manual con barreno	Seca
11	S0104-S016	338870	9693188	Sondeo Manual con barreno	Seca
12	S0104-S017	339064	9693146	Retroexcavadora	Seca

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

También Se hace el punto de nivel de fondo S0104-NF1 18S E: 0339125 N: 9692978 en la parte sureste del sitio impactado, es una muestra compuesta con 3 submuestras en un área con condiciones similares de suelo.

3.5.2.1.2. Técnicas de Muestreo

De acuerdo a lo indicado en el plan de monitoreo se plantea realizar muestreos a nivel superficial, intermedio y a profundidad dependiendo del grado de afectación que se encuentren durante los muestreos efectuados.

Teniendo en consideración el tipo de suelo predominante de la cuenca del río Pastaza es limo arcilloso y arcilloso y teniendo en cuenta los parámetros físico químicos a muestrear para el componente suelo, se determinó realizar el muestreo de suelo con un barreno manual (Auger). Ver **Fotografía 3-4**.

Fotografía 3-4. Muestreo con Barreno Manual, en el sitio S0104 (Botadero km 2)
Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la parte este del sitio S0104 (Botadero Km 2) se encuentran residuos enterrados cercanos a la pendiente que limita el sitio, se procede a realizar la excavación por medio mecánico con máquina retroexcavadora (**Fotografía 3-5**), para obtener una mejor caracterización del sitio impactado.

Para la labor de las excavaciones por medio de retroexcavadora se tomaron todas las medidas de seguridad para evitar accidentes durante la ejecución del trabajo.

Las especificaciones técnicas de la maquina modelo Caterpillar 420F son las siguientes:

- Profundidad de excavación 4,3 m
- Brazo extensible retraído 4,4 m
- Capacidad del cucharon 0,96 m3
- Rotación del cucharon 205 grados
- Tracción en cuatro ruedas 160 kg
- Contrapesos 115 Kg
- Fuerza de cucharon 62,66 kN

Fotografía 3-5. Excavación con Retroexcavadora
Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En el Sitio S0104 (Botadero Km 2) por ser un botadero se hizo necesario realizar excavaciones de calicatas, ya que en el lugar no se pudo trabajar con la retroexcavadora (**Fotografía 3-6**), de dimensiones de 1,5 m de ancho x largo y de profundidad de 1,5 m en promedio, las herramientas utilizadas fueron pico y pala para tomar muestras representativas en las paredes o en el fondo en sitios donde se evidencio un alto volumen de residuos enterrados y posteriormente muestreo con barreno manual (Auger).

Fotografía 3-6. Muestreo de Suelo en Calicata
Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.5.2.1.3. Número de puntos y estaciones de muestreo con profundidad

La determinación del número de muestras y su ubicación espacial está en concordancia con lo definido en el plan de muestreo; las profundidades de muestreo se determinan según apreciación de impactos y determinación del profesional especialista encargado de la toma de muestras. Ver la **Tabla 3-37**.

Tabla 3-37. Puntos y estaciones de muestreo con profundidad

Número Puntos de Muestreo	Época de Muestreo	Coordenadas UTM, WGS84, Zona 18 S		Estación de muestreo con Profundidad (m)
		Este	Norte	
1	Húmeda	338975	9693202	S0104-S001-0,50
2	Seca	339024	9693189	S0104-S002-0,00
		339024	9693189	S0104-S002-1,25
		339024	9693189	S0104-S002-2,25
3	Seca	339044	9693161	S0104-S003-0,30
		339044	9693161	S0104-S003-0,30-DUP
		339044	9693161	S0104-S003-1,25
4	Húmeda	339040	9693083	S0104-S004-0,30
		339040	9693083	S0104-S004-1,40
5	Seca	339017	9693153	S0104-S005-0,00
		339017	9693153	S0104-S005-0,80
6	Seca	339047	9693100	S0104-S006-0,50
		339047	9693100	S0104-S006-1,10
		339047	9693100	S0104-S006-1,75
7	Húmeda	338979	9693141	S0104-S007-0,50
		338979	9693141	S0104-S007-1,60
		338979	9693141	S0104-S007-2,50
8	Húmeda	338907	9693257	S0104-S008-0,40
		338907	9693257	S0104-S008-1,40
		338907	9693257	S0104-S008-2,40
9	Húmeda	338907	9693202	S0104-S009-0,40
		338907	9693202	S0104-S009-2,00
		338907	9693202	S0104-S009-2,80
10	Seca	338978	9693211	S0104-S010-0,25
		338978	9693211	S0104-S010-1,00
		338978	9693211	S0104-S010-2,25
11	Seca	339064	9693161	S0104-S011-0,40
		339064	9693161	S0104-S011-1,50
		339064	9693161	S0104-S011-2,25
12	Seca	339021	9693080	S0104-S012-0,00
		339021	9693080	S0104-S012-1,00
		339021	9693080	S0104-S012-2,25

Número Puntos de Muestreo	Época de Muestreo	Coordenadas UTM, WGS84, Zona 18 S		Estación de muestreo con Profundidad (m)
		Este	Norte	
13	Seca	339089	9693154	S0104-S013-0,00
		339089	9693154	S0104-S013-1,00
		339089	9693154	S0104-S013-2,25
14	Seca	338998	9693196	S0104-S014-0,40
		338998	9693196	S0104-S014-0,40-DUP
		338998	9693196	S0104-S014-1,25
15	Seca	338860	9693283	S0104-S015-0,00
		338860	9693283	S0104-S015-1,00
		338860	9693283	S0104-S015-2,25
16	Seca	338870	9693188	S0104-S016-0,00
		338870	9693188	S0104-S016-1,00
		338870	9693188	S0104-S016-2,25
17	Seca	339064	9693146	S0104-S017-1,80

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Se realizaron dos duplicados en los puntos DUP-S0104-S003-0,30 y DUP-S0104-S014-0,40 como contra muestras para control de calidad, las mismas que son enviadas a otro laboratorio acreditado. En la **Figura 3-9**, se representa la distribución de los puntos muestreados en las temporadas seca y húmeda.

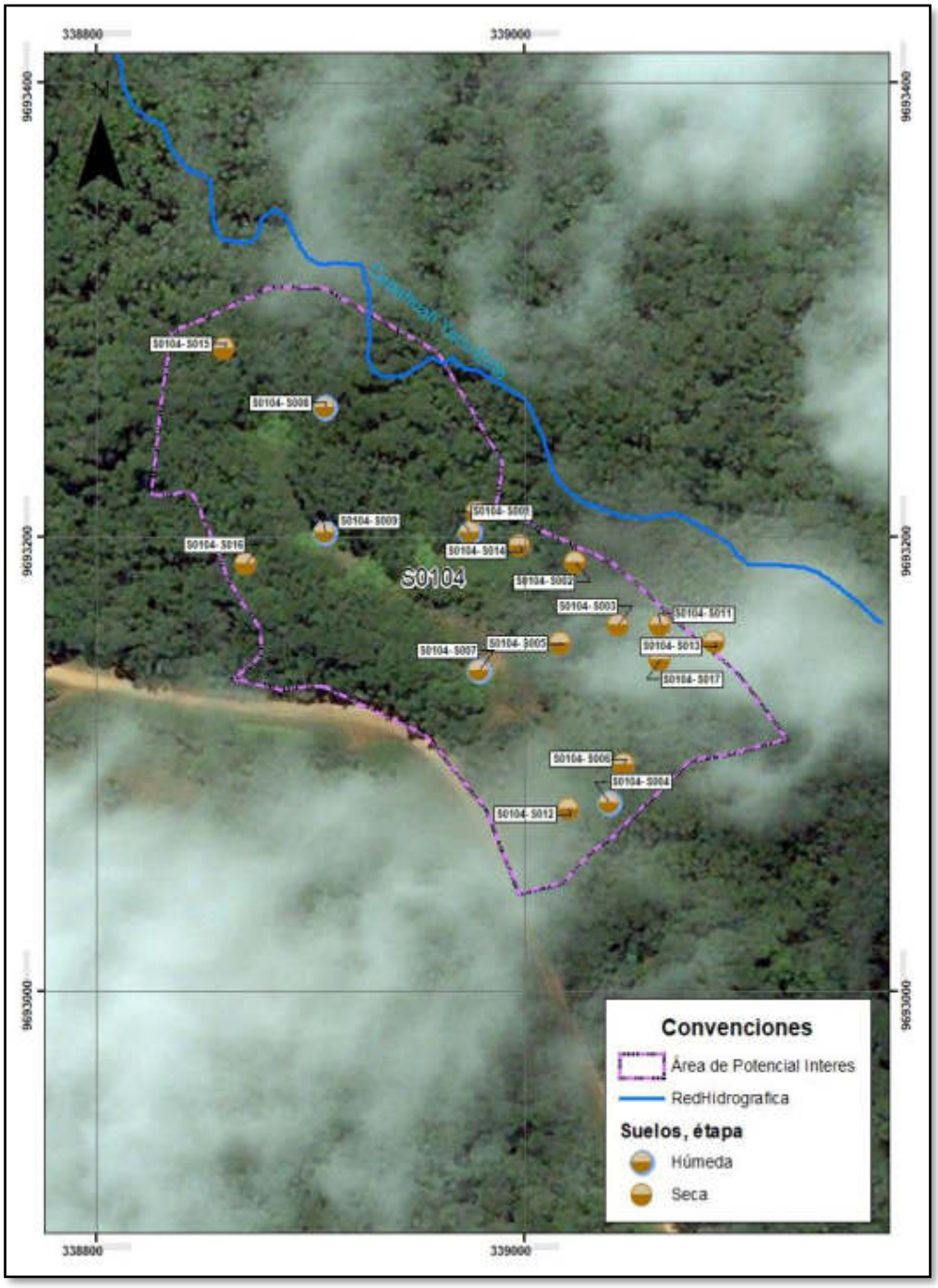


Figura 3-9. Puntos de Muestreos de Suelo realizados en Época Seca y Húmeda
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.5.2.1.4. Registros de Campo

El muestreo de suelo en cada punto fue supervisado por el Jefe de equipo y el responsable de campo, los perfiles litográficos de cada estación de muestreo fueron descritos por un Ingeniero Geólogo. Siguiendo lo indicado en la guía de muestreo de suelo, los perfiles de todos los puntos fueron registrados en un formato en campo, lo cuales se presentan en el **Anexo 6.5.2.**

3.5.2.1.5. Justificación de Modificación de Plan de Muestreo

Por consideraciones técnicas y geomorfológicas observadas durante las etapas de muestreo en campo se generaron modificaciones en la ubicación, parámetros y/o adición de puntos de muestreo del sitio S0104 (Botadero Km 2), estas modificaciones se encuentran sustentados en un acta de orden de cambio en el **Anexo 6.5.2**.

- Modificación de Coordenadas de Puntos de Muestreo.

En la fase de muestreo se modificaron las coordenadas de siete (7) puntos por condiciones geomorfológicas y por saturación de los puntos que fueron marcados en gabinete.

En la **Tabla 3-38**, se relaciona las coordenadas de los puntos de muestreo que fueron modificadas.

Tabla 3-38. Muestras Modificadas para la Matriz de Suelo

Código	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S		Justificación
	Este	Norte	
S0104-S006	339047	969100	Se reubica por tener condiciones apropiadas para realizar la calicata para identificar los residuos enterrados que se encuentran hacia la parte (este) del sitio impactado.
S0104-S010	338978	9693211	El punto de muestreo se reubico hacia el sector noreste donde se observan unos montículos de suelo removido por ser un área de residuos enterrados.
S0104-S002	339024	9693189	Punto reubicado en la parte baja de la pendiente en el (este) del sitio impactado porque se identificó residuos enterrados en forma de celdas.
S0104-S013	339089	9693154	Punto reubicado en la parte baja de la pendiente en el (este) del sitio impactado porque se identificó residuos enterrados.
S0104-S012	339021	9693080	Punto de muestreo reubicado en la parte sur del sitio impactado, la zona presenta montículos con residuos enterrados cubiertos con vegetación herbácea y que por las condiciones geomorfológicas permiten realizar una buena técnica de excavación para el muestreo.
S0104-S016	338870	9693188	Punto reubicado en acuerdo con los monitores y la supervisión en la parte oeste del sitio impactado sobre una pendiente que presenta residuos en la parte superficial.
S0104-S003	339044	9693161	Punto reubicado en la parte baja de la pendiente en el este del sitio impactado porque se identificó residuos enterrados.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- Toma de Muestras de Parámetros Adicionales

En el desarrollo de la etapa de campo del muestreo de época seca (menos húmeda), en las excavaciones de las calicatas se identificaron residuos de diversa naturaleza y composición como baterías o residuos de hidrocarburos donde se hizo necesario incluir nuevos parámetros que no estaban establecidos en el plan muestreo con el objetivo de tener una completa caracterización de la zona impactada en ciertos puntos específicos descritos en la siguiente **Tabla 3-39**.

Tabla 3-39. Parámetros Adicionales para Suelo

Código	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S		Parámetros
	Este	Norte	
S0104-S003	339044	9693161	Metales TCLP, F1 (Una profundidad)

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- Modificación de coordenadas de Puntos de Nivel de Fondo

Por consideraciones técnicas se modificaron las coordenadas de un (1) de Nivel de fondo, los puntos se reubicaron hacia áreas no alteradas y geomorfológicamente similares a las del sitio impactado.

En la **Tabla 3-40**, se relaciona las coordenadas de las muestras de niveles de fondo que fueron modificadas.

Tabla 3-40. Muestras Modificadas para Nivel de Fondo

Código	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S		Justificación
	Este	Norte	
S0104-NF1	339125	9692978	Se reubica el punto de nivel de fondo en un área de donde se identificó suelo autóctono.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- Parámetros Adicionales de Muestreo

La inclusión de nuevos parámetros de muestreo se realizó con el objeto de tener una completa caracterización de la zona impactada.

En la **Tabla 3-41**, se describen las coordenadas y los parámetros tomados en el nuevo punto.

Tabla 3-41. Puntos Adicionales para Suelo

Código	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S		Parámetros
	Este	Norte	
S0104-S017	339064	9693146	F1, F2, Metales Totales primera profundidad

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.5.2.1.6. Mediciones en Campo

- Metodología Aplicada

In situ se realizó la medición de los Compuestos Orgánicos Volátiles con un equipo de fotoionización portátil, la metodología aplicada fue la establecida en la *EPA SW 846 Method 3815.*

- Dispositivos Usados para Medición en Campo

Para establecer de manera referencial la profundidad a la que se deberá tomar la muestra se realizó la medición de los COV´s con el equipo PID.

para asegurar la confiabilidad de los resultados, se realizó la calibración del equipo con el gas patrón Isobutylene. Ver certificado de calibración en el **Anexo 6.5.2**.

- Parámetros Evaluados

Los parámetros evaluados con el equipo PID, fueron los Compuestos Orgánicos Volátiles.

En la **Tabla 3-42**, se describe el rango de medición del equipo PID.

Tabla 3-42. Parámetro Evaluado con Equipo PID

Parámetro	Rango de medición (ppm)	Resolución (ppm)
Compuestos Orgánicos Volátiles (COV's)	0,1 – 15000	0,1

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- Técnica de Medición

Para realizar la medición de los compuestos orgánicos volátiles, la muestra de suelo a analizar se deposita en una bolsa plástica con cierre tipo ziploc o similar; la muestra se deja en reposo bajo sombra durante 10 o 15 minutos, al cabo de este tiempo, con precaución la muestra de suelo se agita, luego de lo cual se introduce en la bolsa la sonda del equipo de fotoionización y se realiza la lectura del equipo, el valor obtenido se registra en el respectivo formato.

3.5.2.1.7. Mediciones en Campo - Georradar

- Metodología Aplicada

Rastreo con GEO-Radar: Este rastreo se realizó con la utilización del equipo GPR Marca MALA, que es una herramienta tecnológica que emite y recibe ondas electromagnéticas por debajo de la superficie del terreno para localizar conducciones subterráneas y determinar la profundidad de las mismas por ensayo no destructivo.

El sistema GPR también se usa para detectar objetos enterrados, representar capas de suelo en mapas y determinar la parte superior de la capa freática de agua o de la superficie de roca viva.

- Dispositivos Usados para Medición en Campo.

En el **Anexo 6.11**, estudios técnicos básicos y específicos, se hace la descripción de la metodología.

Equipos Georadar:

- Un radar de subsuelo GEORADAR - MALA
- Una antena apantallada de frecuencia central 100 MHz.
- Un carro portador de la antena, equipado con un odómetro.
- 01 estación total Leica y accesorios.

En la **Fotografía 3-7**, se muestra cómo se realizó la ubicación de residuos enterrados con equipo Georradar - Mala.

Fotografía 3-7. Determinación Anomalías (Residuos) con Equipo Georadar
Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.5.2.2. *Agua Superficial*

El muestreo de agua superficial se realizó en dos (2) puntos de muestreo y se ejecutó solamente en época húmeda, debido a que en época seca (menos húmeda), los dos cuerpos de agua estaban secos.

A continuación, se presenta el resumen de las actividades desarrolladas.

3.5.2.2.1. Periodos de Realización de Muestreo

- **Época Húmeda**

Las muestras de agua superficial correspondientes a la época húmeda se recolectaron siguiendo la evaluación climatológica indicada en el ítem **2.2.5**.

Los puntos de muestreo fueron establecidos sobre dos (2) cuerpos de agua estacionales que desembocan en la quebrada Capahuarí Yacu. Las muestras de agua superficial se tomaron el día ocho (8) de mayo del 2018

Los puntos de muestreo de agua superficial realizados en época húmeda y seca (menos húmeda) se describen en la **Tabla 3-45**.

- **Época Seca**

El muestreo de la época seca (menos húmeda) no se realizó debido a que los cuerpos de agua estaban secos.

3.5.2.2.2. Puntos y Técnicas de Muestreo

Las técnicas de toma de muestra de agua superficial están definidas en los procedimientos de la empresa consultora y en los protocolos establecidos por el laboratorio, el cual está acreditado con la norma NTP-ISO/IEC 17025:2006, para la toma y análisis de las muestras.

En la **Tabla 3-43**, se presentan las coordenadas de las dos (2) estaciones de muestreo ubicados en el cuerpo de agua que limita al este del sitio impactado y su corriente se dirige hacia al norte.

Tabla 3-43. Puntos de Muestreo de Agua Superficial Realizados en Épocas Seca y Húmeda

Punto de muestreo	Fecha Seca	Fecha Húmeda	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S		Descripción
			Este	Norte	
S0104-As001	No se realiza	08/05/2018	339149	9693173	Punto ubicado en el sector sureste del sitio impactado, aguas arriba.
S0104-As002	No se realiza	08/05/2018	338868	9693328	Punto ubicado en la parte norte del sitio impactado

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Figura 3-10**, se representa la distribución de los puntos muestreados en época húmeda.

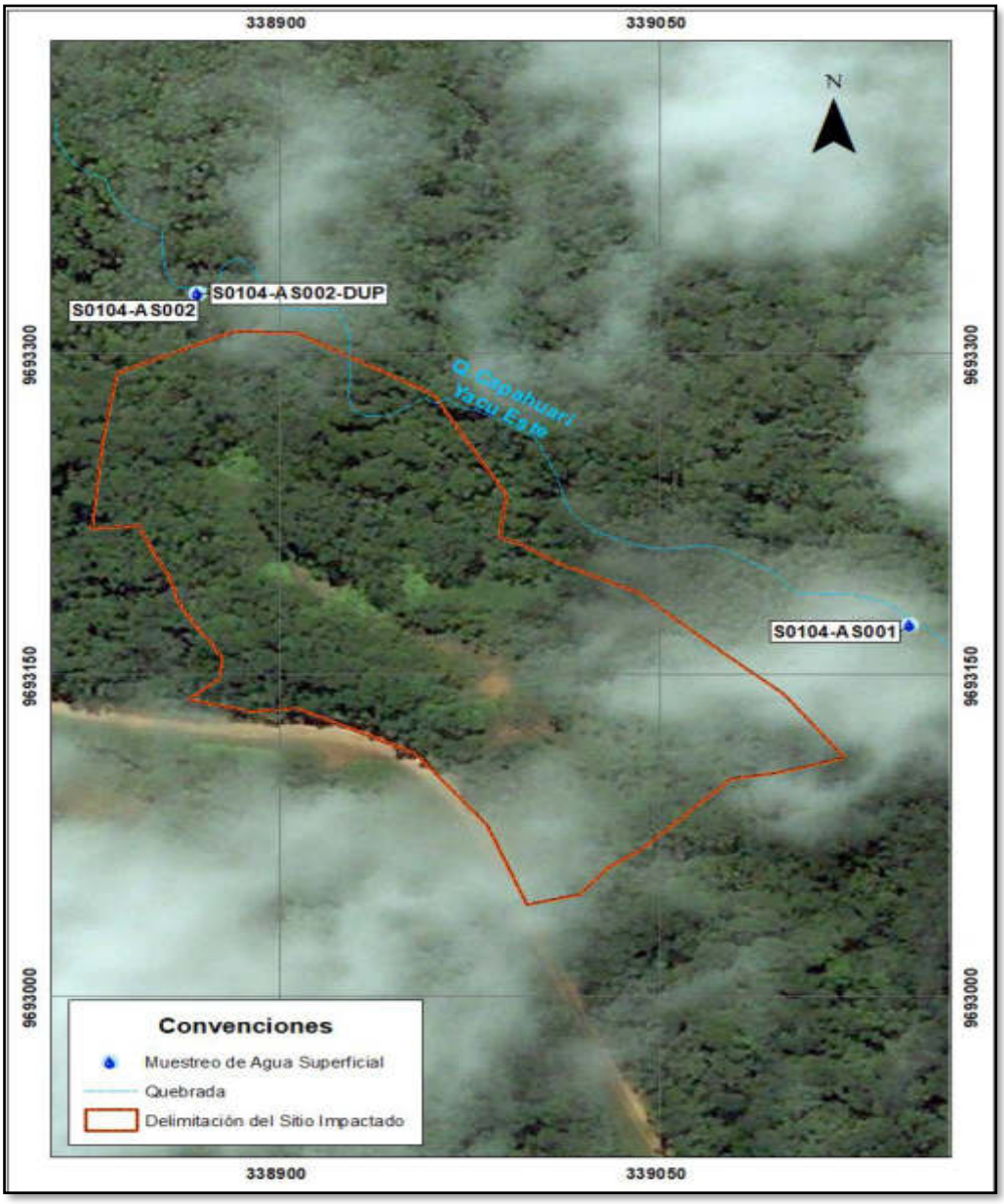


Figura 3-10. Puntos de Muestreo de Agua Superficial realizados en Época Húmeda
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Fotografía 3-8**, se observa la técnica para la recolección de muestra de agua superficial en el sitio S0104 (Botadero Km 2).

Fotografía 3-8. Toma de Muestra Agua Superficial – Época Húmeda
Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.5.2.2.3. Registros de Campo

La toma de muestras en campo, fue efectuada por los analistas del laboratorio acreditado, el desarrollo del monitoreo fue supervisado por el Jefe de equipo y el Responsable de Campo.

Los datos *in situ* y ubicación de estos puntos son registrados en un formato en campo los mismos que se presentan en el **Anexo 6.5.2**.

3.5.2.2.4. Justificación de Modificación de Plan de Muestreo

En los planes de muestreo se programó la toma de muestra de agua superficial en la época húmeda y en la época seca (menos húmeda); por las condiciones del cuerpo hídrico no se realizó el muestreo de agua superficial en época seca (menos húmeda). Ver **Fotografía 3-9**. Esta novedad fue informada al Monitor Ambiental quien constató en campo que no estaban dadas las condiciones para realizar el muestreo de agua superficial.

Fotografía 3-9. Punto de Muestreo de Agua Superficial - Época Seca
Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.5.2.2.5. Mediciones en Campo

- **Equipos usados para Medición en Campo**

Se usó un equipo multiparámetro para efectuar las mediciones directas *in situ*; para asegurar la confiabilidad de las mediciones, se utilizó un equipo previamente calibrado (ver certificado de calibración en el **Anexo 6.5.1**), así como ajustes del equipo de manera diaria con patrones que el laboratorio proporcionó, En el Anexo **6.5.2**, se presentan los respectivos formatos.

- **Parámetros Evaluados**

En la **Tabla 3-44**, se presentan los parámetros físico químicos medidas *in situ*.

Tabla 3-44. Parámetros Evaluados con Multiparámetro

Parámetro	Equipo	Rango
Temperatura del agua	Multiparámetro	-5,0°C a 100°C
Potencial de Hidrogeno (pH)	Multiparámetro	0,00 – 14,00 UpH
Oxígeno Disuelto (OD)	Multiparámetro	1,0 mg/l – 20,00 mg/l
Conductividad	Multiparámetro	1 µS/cm - 2000 mS/cm
Potencial Oxido Reducción (REDOX)	Multiparámetro	---------

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- **Procedimiento Utilizado para la Medición**

Empleando equipo calibrado y certificado y cumpliendo el procedimiento de calidad del laboratorio acreditado ALS Perú, el cual se muestra en el **Anexo 6.5.1**.

En la **Fotografía 3-10**, se observa la medición de parámetros *in situ* con el Multiparámetro.

Fotografía 3-10. Medición de Parámetros de Campo
Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.5.2.3. *Agua Subterránea*

3.5.2.3.1. Periodos de Realización de Muestreo

- **Época Húmeda**

Para determinar la presencia de agua subterránea, se realizó el análisis de información secundaria a nivel de geología regional y local, en la zona se realizaron estudios de Sondaje Eléctrico Vertical y perforaciones exploratorias con un equipo mecánico de perforación helicoidal.

La toma de las muestras de agua subterránea se diecisiete (17) de mayo del 2018.

- **Época Seca**

El muestreo de época seca (menos húmeda) se realizaron el día veintidós (22) de septiembre del 2018, cumpliendo con lo programado en el plan de muestreo del sitio impactado.

A continuación, se describe la metodología empleada para realizar los Sondeos eléctricos verticales y el desarrollo de las perforaciones exploratorias.

- **Sondeos Eléctricos Verticales**

El método de Resistividad Eléctrica se aplica por medio de un doble dipolo de electrodos. El primer dipolo es el circuito trasmisor de la corriente eléctrica, por medio de unos electrodos (A – B) construidos de metal lo más resistente posible para penetrar a suelos duros desde una fuente de corriente continua. El segundo dipolo es el circuito receptor o de potencial conformado por los electrodos impolarizables MN donde se mide el potencial o caída de tensión eléctrica (ΔV) creada por el flujo de la corriente eléctrica.

Dada las características de la zona en estudio y los riesgos durante los trabajos de campo, se consideró conveniente utilizar equipos livianos y versátiles, a continuación, se detallan los equipos y accesorios utilizados:

- Resistivímetros 4 Flukes, fig. 1.0.
- Configuración de cables

- Fuente de poder de 180 Voltios.
- 3 electrodos de acero para emisión de corriente
- 04 electrodos de bronce para recepción (M, N).
- 01 GPS marca Garmin.
- 01 Cámara fotográfica marca Lumix Panasonic.
- 01 Laptop y 02 PC de escritorio.
- Equipo estación Total para alinear las TME.

Los trabajos eléctricos verticales en campo estuvieron orientados a la determinación indirecta de napa freática en el área circundante del Sitio S0104 (Botadero Km 2), los trabajos de (SEV) se realizaron en el perímetro para determinar la presencia de acuífero, de esta manera se evitaría realizar construcción de piezómetros dentro del área impactada (ya que podría facilitar la migración de contaminantes hacia el agua subterránea).

Según el criterio del Ing. Geólogo y del Ing. Geofísico se definió el posicionamiento de (4) cuatro puntos para realizar el SEV. (Ver **Fotografía 3-11**).

Fotografía 3-11. Equipo Sondeo eléctrico Vertical
Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Tabla 3-45**, se detallan las coordenadas de los Sondeos Eléctricos Verticales - SEV.

Tabla 3-45. Evaluación Sondeo Eléctrico Vertical – SEV en el Sitio S0104 (Botadero km 2)

SEV	Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S	
	Este	Norte
SEV-S0104-01	338943	9693085
SEV-S0104-02	339008	9693218
SEV-S0104-03	338993	9693170
SEV-S0104-04	338825	9693223

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- **Perforación Mecánica (Helicoidal)**

Luego de efectuado los estudios de sondaje eléctrico vertical (SEV), se realizó una perforación mecánica confirmatoria, usando para ello un equipo helicoidal. Los puntos de perforación fueron

ubicados en concordancia con los resultados SEV y tomando en consideración aspectos de seguridad industrial.

En la **Fotografía 3-12**, se observa los trabajos de perforación helicoidal.

Fotografía 3-12. Perforación con Equipo Helicoidal
Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

La ubicación de la perforación de los pozos exploratorios se detalla en la **Tabla 3-46.**

Tabla 3-46. Perforación Pozo Exploratorio

Código Pozo Exploratorio	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S		Descripción
	Este	Norte	
S0104-PZ-01	338942	9693080	Se identifican capas continuas y compactas de arcilla de 1,60 m, de espesor
S0104-PZ-02	339069	9693174	Se encuentra un acuífero y se construye un piezómetro
S0104-PZ-03	338800	9693272	Se identifican capas continuas y compactas de arcilla de 1,60 m, de espesor

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Los resultados de campo se muestran en el **Anexo 6.5.1.**

En S0104-PZ-01 la perforación se detuvo a una profundidad de 11 metros debido a que se encontró una secuencia de arcilla de 160 cm de grosor que por ser un material impermeable funciona como sello impidiendo la filtración de residuos lixiviados hacia capas inferiores.

No se realizó la instalación del piezómetro debido a que no se encontró nivel freático que cumplan las características recomendadas para su instalación.

En S0104-PZ-02 Se construyó un piezómetro en este punto debido a que las secuencias encontradas en este pozo están formadas por materiales sin disturbar encontrando capas de limos con arenas saturadas con agua y cubierta por secuencias definidas de suelos inalterados.

En S0104-PZ-03 la perforación se detuvo a una profundidad de 8.80 metros, debido a que se encontró una secuencia de arcilla de 160 cm de grosor, que, por ser un material impermeable funciona como sello, impidiendo la filtración de residuos lixiviados hacia capas inferiores.

No se realizó la instalación del piezómetro debido a que no se encontró nivel freático que cumplan las características recomendadas para su instalación.

- **Desarrollo del piezómetro**

De acuerdo al Manual de Buenas Prácticas en la Investigación de Sitios Contaminados-Muestreo de aguas subterránea, los piezómetros se construyeron en época húmeda para realizar el monitoreo de las aguas subterráneas, después de determinar el nivel freático, el pozo se profundiza hasta 2 m. (Aprox.) Una vez finalizada la perforación se realizó la instalación del filtro, tubo ranurado, tubería de PVC, bentonita y cemento; en la parte superficial se instaló una tubería metálica de protección con un candado.

Se realizó el análisis del perfil litológico para determinar la granulometría, permeabilidad, plasticidad, color de acuerdo con la tabla Munsell, *in-situ* se realizó la medición de COVs con un equipo PID. Los datos se registraron en un formato de campo.

El tiempo de la purga del pozo necesario para estabilizar el piezómetro, se calculó tomando como referencia la profundidad del pozo, se realizaron mediciones de Oxígeno disuelto, pH, temperatura, conductividad eléctrica del agua bombeada; las muestras del acuífero se tomaron solo hasta después que no se registraron variaciones significativas de estos parámetros.

La toma de la muestra de agua subterránea se realizó ocho (8) días después de terminar el pozo y realizar la purga y limpieza.

El diseño del piezómetro se presenta en la **Figura 3-11.**

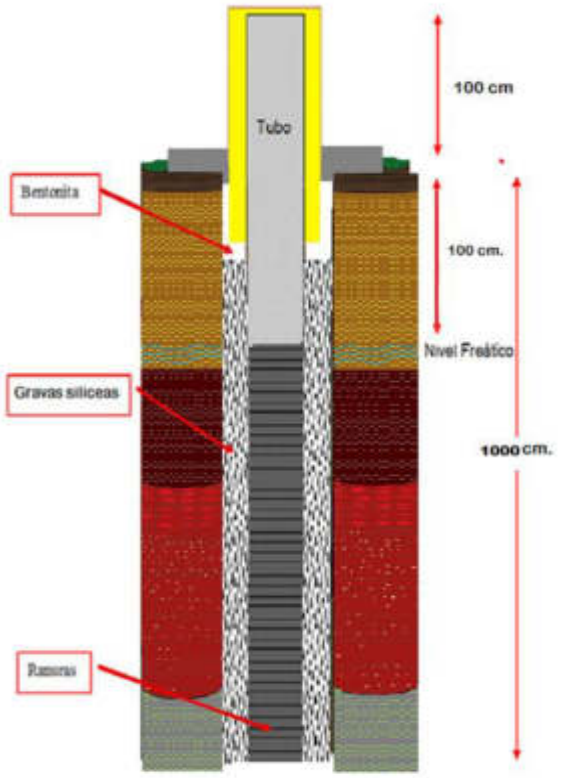
Diseño del piezómetro	Fotografía
	
	Fotografía

Figura 3-11. Grafico del diseño del piezómetro
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.5.2.3.2. Puntos y Técnicas de Muestreo

Se realizó el muestreó de agua subterránea en un piezómetro, el muestreó se realizó en época húmeda y seca (menos húmeda).

Debido a que en la legislación peruana no se cuenta con estándares de calidad ambiental para agua subterránea, la normativa a aplicar será la norma Holandesa denominada *Soil Remediation Circular* 2013, Versión De julio 2013. En la **Tabla 3-47**, se describe el punto de muestreo de agua subterránea.

Tabla 3-47. Puntos de Muestreo de Agua Subterránea Realizados en Épocas Seca y Húmeda

Punto de muestreo	Fecha Seca	Fecha Húmeda	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S		Descripción
			Este	Norte	
S0104-Asub002	17/09/2018	22/05/2018	339069	9693174	Piezómetro ubicado en la parte (este) cercano al cuerpo de agua que vierte a la quebrada Capahuarí Yacu

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Figura 3-12**, se representa el punto de muestreo de agua subterránea, realizado en el Sitio S0104 (Botadero Km 2):

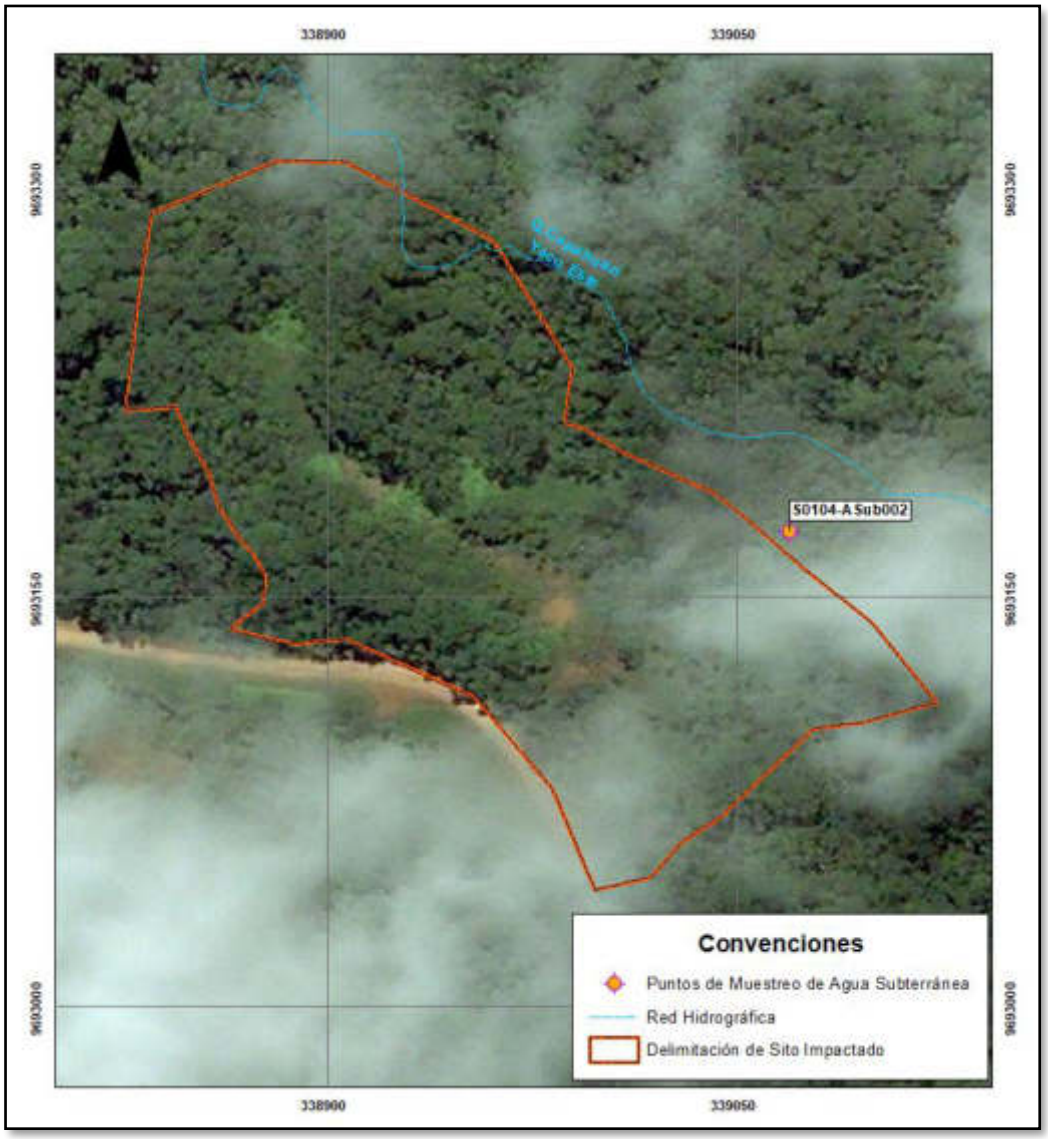


Figura 3-12. Puntos de Muestreo de Agua Subterránea realizados en época Húmeda y Seca

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Fotografía 3-13**, se observa la técnica para el muestreo de agua superficial en el sitio S0104 (Botadero km 2).

Fotografía 3-13. Muestreo de Agua Subterránea
Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.5.2.3.3. Registros de Campo

La toma de muestras en campo fue efectuada por los analistas del laboratorio acreditado, el muestreo fue supervisado por el Jefe de equipo y el responsable de campo. Los resultados de las mediciones *In situ* fueron registrados formatos de campo, los cuales se presentan en el **Anexo 6.5.2.**

3.5.2.3.4. Justificación de Modificación del Plan de Muestreo

Se realizaron tres (3) perforaciones exploratorias fuera del perímetro del área impactada, en dos perforaciones se encontraron capas continuas y compactas de arcilla con un espesor mayor a 1,20 m, en una perforación se la recarga continua y constante del agua del nivel freático, por lo tanto, se construyó un (1) piezómetro, S0104-Asub002.

3.5.2.3.5. Mediciones en Campo

Los equipos utilizados para las mediciones en campo son los relacionados en el ítem **3.5.2.2.5**, de mediciones en campo de agua superficial, adicionalmente se utilizaron los siguientes equipos para la toma de muestra de agua subterránea.

Los equipos utilizados para las mediciones y toma de muestras en campo de agua subterránea **Fotografía 3-14** y **Tabla 3-48**, fueron los siguientes:

Tabla 3-48. Equipos de Medición Agua Subterránea

Parámetro	Equipo	Rango
Turbidez	Turbidímetro	0 NTU a 1000 NTU
N/A	Medidor de Interfase	0,00 m – 20 m

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Fotografía 3-14. Medición de Parámetros de Agua Subterránea en Campo
Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.5.2.4. *Sedimentos*

3.5.2.4.1. Periodos de Realización de Muestreo

Las muestras de sedimentos se recolectaron en la época seca (menos húmeda) el día diez (10) de septiembre del 2018. Los muestreos de sedimentos se realizaron en el afluente que vierte sus aguas hacia la quebrada Capahuarí Yacu. El muestreo de sedimentos se realizó en época seca (menos húmeda) ya que no se presentan grandes interferencias como:

- Perdida de muestra por arrastre de agua, debido a que en la época húmeda, los ríos se encuentran muy caudalosos.
- Dificultades para muestreo por la turbidez que presenta.
- Interferencia en la contaminación de los contaminantes a evaluar debido a que estos pueden perderse por dilución debido al gran volumen de agua.

3.5.2.4.2. Puntos y Técnicas de Muestreo

Los dos puntos de muestreo de sedimentos fueron ubicados, a lo largo del afluente que vierte sus aguas hacia la quebrada Capahuarí Yacu.

En la **Tabla 3-49**, se observan los puntos de muestreo para sedimentos:

Tabla 3-49. Puntos de Muestreo de Sedimentos Realizados en Época Seca

Punto de muestreo	Fecha Seca	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S	
		Este	Norte
S0104-Sed001	10/09/2018	338868	9693328
S0104-Sed002	10/09/2018	339152	9693170

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

La técnica de se hace con la herramienta *Russian Peat Bore* o muestreador de turba que permite tomar muestras de fondo y de orilla en los cuerpos hídricos lenticos y loticos como se observa en la **Fotografía 3-15.**

Fotografía 3-15. Medición de Parámetros de Sedimentos en Campo
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Figura 3-13**, se representa la distribución de los puntos muestreados en la temporada húmeda y seca.

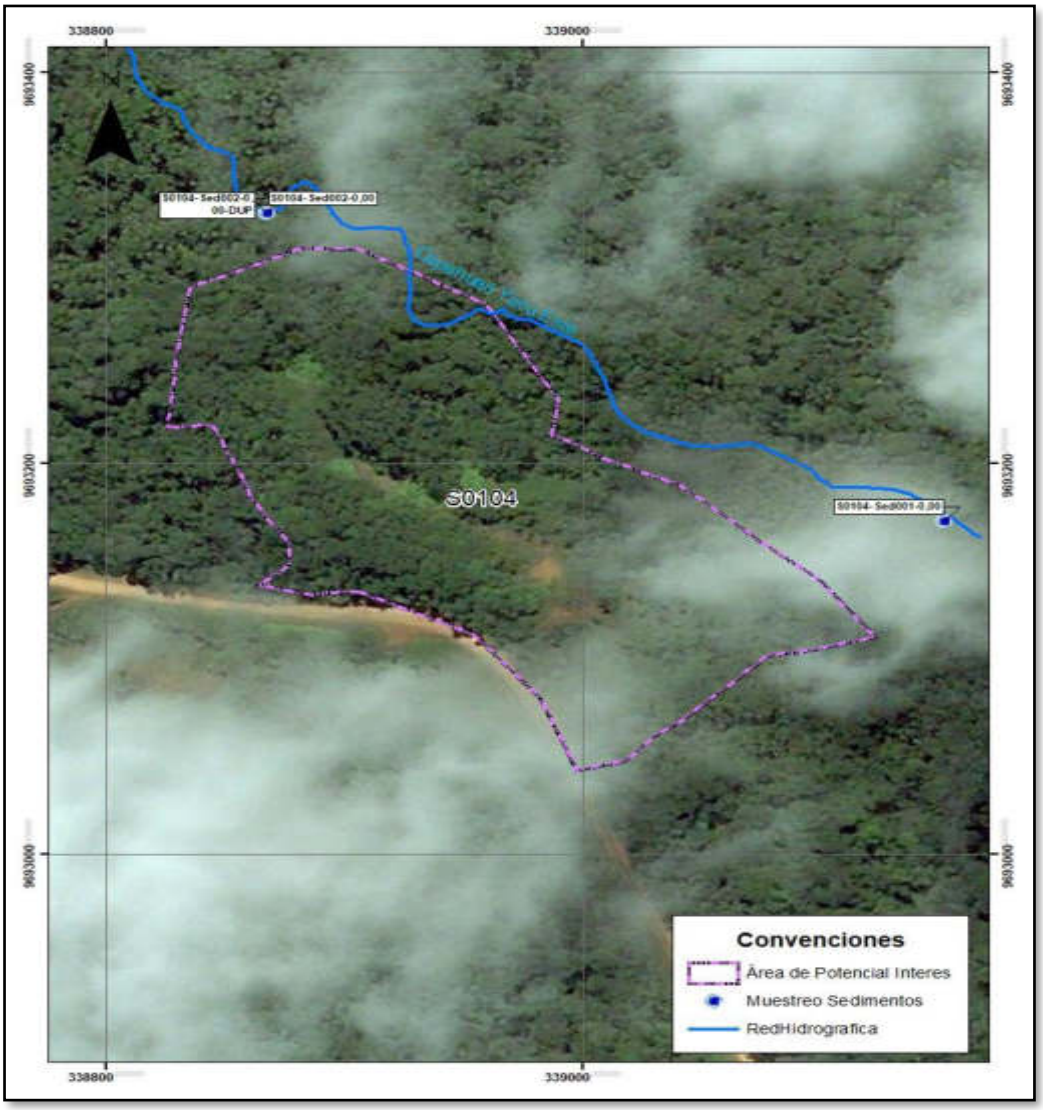


Figura 3-13. Puntos Muestreo Sedimentos realizados en Época Seca menos húmeda
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.5.2.4.3. Registros de Campo

Los trabajos de muestreo de sedimentos en campo fueron supervisados por el Jefe de Campo y los perfiles litológicos de cada estación de muestreo, fueron descritos por un Ingeniero Geólogo. Los perfiles de todos los puntos fueron registrados en un formato en campo, los mismos que se presentan en el **Anexo 6.5.2**.

3.5.2.4.4. Justificación de Modificación de Plan de Muestreo

Por consideraciones técnicas, geomorfológicas e hidrológicas observadas en la etapa de muestreo de época seca (menos húmeda), se generaron modificaciones en la ubicación de puntos de muestreo del Sitio S0104 (Botadero Km 2), estas modificaciones se encuentran sustentadas en un acta de orden de cambio en el **Anexo 6.5.2.**

- **Modificación de Coordenadas de Puntos de Muestreo**

La modificación de las coordenadas de los puntos con respecto al plan de muestreo está sustentada por criterios técnicos de los profesionales encargados del muestreo, como son: existencia de un cuerpo hídrico, representatividad del punto, identificación de sedimentos impactados.

En la **Tabla 3-50**, se presenta la relación de los puntos de sedimentos que fueron modificados.

Tabla 3-50. Muestras Modificadas para la Matriz de Sedimentos

Código	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S		Justificación
	Este	Norte	
S0104-Sed002	339152	9093170	El punto de muestreo de sedimentos se realizó en el sector en donde confluye un canal construido para el manejo de aguas lluvia con un aguajal. Se considera que este punto es más representativo que el propuesto en Gabinete.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.5.2.4.5. Mediciones en Campo

Los equipos y los parámetros medidos en campo son los mismos que se tomaron en el componente de suelo en el capítulo **3.5.2.1.8.**

3.5.2.5. *Muestreo Componente Biótico – Componente Flora*

3.5.2.5.1. Periodos de Realización de Muestreo – Época Húmeda

El levantamiento de información del Sitio S0104 (Botadero Km 2) en época húmeda (abril-mayo 2018) para el caso de Flora, se desarrolló con la metodología adaptada de la Guía de inventario de la flora y vegetación definida por el MINAM (2015).

3.5.2.5.2. Puntos y Técnicas de Muestreo, Número y Listado de Muestras Tomadas – Época Húmeda

La cobertura evaluada es la de bosque amazónico o selva baja intervenida, la cual requiere de un tamaño mínimo muestral de 0,5 ha y en este caso serán distribuidas en 5 parcelas o transectos de un décimo de hectárea (100 m x 10 m) para alcanzar el total esperado, al interior de esta se censarán todos los individuos arbóreos (Categoría de tamaño fustales) con más de 10 cm de DAP (Diámetro a la altura del pecho).

Dentro de las parcelas se censan todos los individuos arbóreos consignando los datos en los formatos de campo destinados para tal fin, las variables registradas son: DAP (Diámetro a la altura del pecho medida en metros), altura total y altura comercial (altura del fuste hasta la primera ramificación) medidas en metros, para la primera variable se utilizará la cinta métrica y se medirá a una altura de 1,30 metros de la base de los árboles, la segunda se hará por estimación. Cada árbol medido será marcado con pintura roja y un consecutivo numérico, esto con el fin de facilitar posibles mediciones futuras de control por parte de las autoridades ambientales competentes o la supervisora del proyecto.

- Forma y Tamaño de la Parcela

Se determinaron las características de las unidades muestréales a utilizar en campo para recopilar la información en cada una de las comunidades vegetales al igual que para el muestreo estadístico. De acuerdo al tipo de comunidad se trabajó con parcelas rectangulares y cuadradas dependiendo del estado sucesional de las diferentes unidades florísticas.

En la **Tabla 3-51**, se presentan las coordenadas de localización de cada una de las parcelas de caracterización levantadas en el Sitio S0104 (Botadero Km 2) durante la época húmeda.

Tabla 3-51. Localización Parcelas

Parcela	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S		Altitud (m.s.n.m)
	Este	Norte	
P26	339091	9693123	231 m
P26F	339191	9693132	220 m
P27	338873	9693144	216 m
P27F	338837	9693234	234 m
P28	338826	9693253	232 m
P28F	338910	9693307	233 m
P29	339011	9693110	233 m
P29F	339023	9693206	223 m
P30	338964	9693128	233 m
P30F	338900	9693204	232 m

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Fotografía 3-16**, se aprecia la marcacion y georeferrenciacion de la parcela 29 una de en el Sitio S0104 (Botadero Km 2).

Fotografía 3-16. Georreferenciación de Parcela 29
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.5.2.5.3. Periodos de Realización de Muestreo – Época Seca

El levantamiento de información del Sitio S0104 (Botadero Km 2) en época seca (menos húmeda) (agosto-septiembre 2018) para el caso de Flora se focalizó en la colecta de muestras de tejidos vegetales para el análisis de laboratorio de acumulación de metales pesados.

3.5.2.5.4. Puntos y Técnicas de Muestreo, Número y Listado de Muestras Tomadas – Época Seca

Las instrucciones de muestreo fueron muy específicas en cuanto a la parte de la planta y la etapa de crecimiento ya que se muestrearon preferentemente las especies de géneros que se encuentren en fase de plena producción y/o aquellas que sean sospechosas de tener concentraciones de metales

pesados, esto determinado a partir de los resultados de los muestreos de suelos realizados en la anterior fase de campo.

La muestra colectada tenía un peso seco de alrededor de más de 200 gramos por especie. Las muestras foliares se secaron al aire libre durante más de un día entero (a temperaturas menores a 50° C) y con ayuda de ventilación constante, luego fueron colocadas en bolsa de papel, etiquetadas y embaladas para envío al laboratorio.

El paquete "estándar" de análisis foliares está conformado por las siguientes 14 determinaciones analíticas:

Macronutrientes: Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Azufre.
Micronutrientes: Hierro, Manganeso, Boro, Cobre, Zinc.
Elementos no esenciales: Sodio, Aluminio y metales pesados.

El reporte incluye la evaluación e interpretación del contenido de los 13 elementos utilizando gráficas que muestran los rangos adecuados de valor para cada especie, así como la relación actual y la relación esperada de los mismos. Otros análisis individuales que se pueden agregar son: Arsénico, Cadmio, Cloro, Molibdeno, Plomo y metales pesados. La prioridad es el análisis de bioacumulación de metales pesados.

En la **Fotografía 3-17**, se presenta la georreferenciación y colecta de tejido vegetal de la especie *Arthocarpus altilis* (Pandicho), el tejido colectado es frutal.

Fotografía 3-17. Georreferenciación de la Colecta de Tejido Vegetal
Fuente. Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Figura 3-14**, se representa la ubicación de las parcelas.

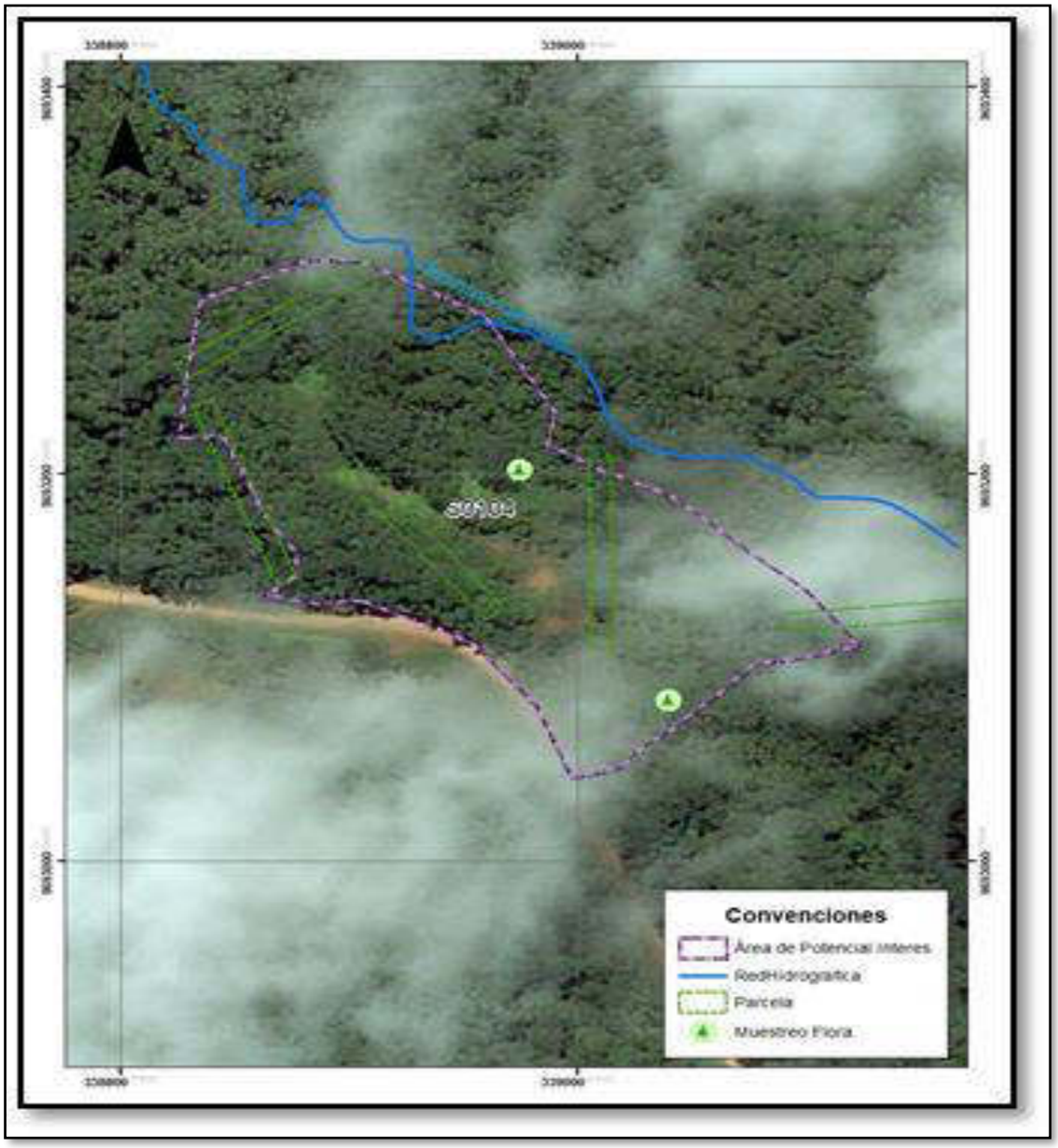


Figura 3-14. Parcelas del componente Flora
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.5.2.6. *Muestreo Componente Biótico – Componente Fauna*

3.5.2.6.1. Periodos de realización de Muestreo

Se llevó a cabo una salida de reconocimiento el tres (3) de febrero de 2018 con el fin de identificar, delimitar y definir metodología de trabajo en el área de estudio. Durante este reconocimiento se logró identificar la problemática de la zona, el tamaño de la zona afectada y la opinión de los pobladores acerca del sitio.
Posteriormente, se realizó el trabajo de levantamiento de información primaria del componente fauna durante un período de tres (3) días, en la temporada de mayores lluvias, entre el ocho (8) y el diez (10) de Julio de 2019. Finalmente se realizó una segunda toma de muestras en la temporada más seca del año durante los días once (11) al trece (13) de septiembre de 2018.

3.5.2.6.2. Puntos y Técnicas de Muestreo

El muestreo de fauna se definió basándose en la metodología propuesta por "La guía de inventario de la Fauna Silvestre" publicada por el MINAM en 2015 y aprobada mediante resolución ministerial # 057 de 2015, la cual fue adaptada a las características del área de estudio y al alcance del proyecto de la siguiente forma:

Se realizaron cinco (5) transectos que sumaron 0,7 km, dos (2) de ellos en época húmeda y otros tres (3) en época seca (menos húmeda). Cada Transecto tuvo un largo de aproximadamente 140 metros, en el cual se muestrearon los grupos taxonómicos de herpetofauna, avifauna y mastofauna. El ancho de cada uno fue de 140 m x 5 m para herpetofauna (Transecto de Banda Fija - TBF), 140 m x 10m para mamíferos (Transecto de Ancho Fijo) y 140 m x 20 m para aves (Transecto de franja fijo) los cuales sumaron un recorrido aproximado de 0.7 km. cubriendo el área afectada y alrededores.

Como técnica complementaria para los tres grupos taxonómicos, se realizaron recorridos de observación libre (Transectos lineales) en los cuales no se tuvo en cuenta un ancho fijo. En total se llevaron a cabo cinco (5) recorridos en ambas épocas para un total recorrido de 1 km en el área afectada y alrededores. Estos recorridos permitieron registrar la fauna que cantara a una distancia mayor a la de ancho fijo y adicionalmente fue posible realizar búsqueda de madrigueras, nidos e individuos de una forma más exhaustiva en el área.

La información registrada en las técnicas descritas se enfocó en reconocer posibles afectaciones en las estructuras tegumentarias de los individuos, la identificación taxonómica de cada uno de ellos, la descripción del hábitat y/o cobertura donde se encontró el ejemplar, estrato vertical (sotobosque, estrato medio y dosel) y horizontal (borde, interior), el número de individuos registrados por especie y en los casos donde fuera posible se tomaron datos morfométricos, análisis del estado de salud externo y se realizó un registro fotográfico.

Se llevaron a cabo las siguientes técnicas de muestreo por grupo taxonómico:

- **Herpetofauna**

Se realizó la técnica de búsqueda por encuentro visual (VES- Visual Encounter Survey) la cual consistió en buscar posibles microhábitat o cuerpos de agua en los que aumente la probabilidad de encontrar ranas, serpientes, lagartos, tortugas entre otros. En estas áreas se realizó una búsqueda detallada que duró al menos tres (3) horas diarias mientras se realizaban los recorridos de transectos libres. Esta búsqueda fue realizada entre el profesional de campo y su personal de apoyo para un total de 6 horas diarias de búsqueda.

Adicionalmente se instalaron dos (2) parcelas de 5m x 5m en ambas épocas climáticas para un total de cuatro (4) parcelas en las que se removió hojarasca y tierra en búsqueda de individuos durante una hora diaria en horario diurno (12:00-13:00) y/o nocturno (17:00-18:00) (**Fotografía 3-18**). Las áreas escogidas para desarrollar esta técnica fueron aquellas donde se observarán posibles microhábitat o zonas de refugio de anfibios y reptiles. Para el caso específico del sitio S0104 (Botadero km 2) las parcelas se ubicaron en los transectos realizados.

Fotografía 3-18. Parcelas para Captura de Individuos
Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- **Avifauna**

Se instalaron cuatro Redes de niebla de 10 m cada una para un total de 40 m lineales en la cobertura de Bosque secundario de terraza al interior del área afectada. Las redes se operaron durante dos (2) días en cada época en horario de la mañana de 6:00 a 10:00 y en la tarde de 15:00 a 18:00, revisándose en periodos de 20 a 30 minutos. En época de lluvias se buscó instalar las redes dentro del área y en época seca (menos húmeda), se trasladaron a la periferia para aumentar la probabilidad de capturar diferentes especies. Para esta técnica se emplearon unos binoculares Nikon Prostaff 7 de 10 x 50 mm y una cámara fotográfica Panasonic de 60x con la cual se ubicaron posibles embudos de vegetación para instalación de redes y registro fotográfico de los individuos capturados (**Fotografía 3-19**).

Fotografía 3-19. Distribución Redes de Niebla por Área Muestreada
Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- **Mastofauna**

Se instalaron diez (10) trampas Tomahawk por dos (2) noches en ambas épocas climáticas para la captura de mamíferos pequeños. En la época húmeda la mayor parte del suelo se encontraba saturado por agua por lo cual se decidió instalarlas en las partes más altas para evitar el ahogamiento de algún individuo capturado y en época seca (menos húmeda), se buscó un área en el límite que pudiera ofrecer refugio a varias especies. Cada trampa se separó entre 5 y 10 m, se camuflaron con vegetación y se usaron cebos recomendados en la guía del inventario de la fauna silvestre (MINAM, 2015) (**Fotografía 3-20**).

Fotografía 3-20. Evaluación de las especies por área Estudiada
Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Para el caso de los *Mamíferos medianos y grandes*, se instalaron cuatro (4) cámaras trampa por un periodo de dos (2) noches en cada época dentro de la cobertura de bosque secundario de terraza (Bt) tal como se aprecia en la **Fotografía 3-21**.

Fotografía 3-21. Cámara Trampa Instalada
Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Todos los grupos taxonómicos estudiados y las especies e individuos registradas fueron reportados en un formato de campo y/o libreta de campo donde se les tomaron datos relacionados con: Ubicación

geográfica, identificación taxonómica, hábitat, evidencia encontrada, actividad realizada por el individuo y/o estado de la evidencia, se tomó registro fotográfico y en caso de la captura de algún individuo vivo, se realizó toma de medidas morfométricas y del estado de salud del individuo para finalmente liberarlos sin ser afectados.

Las trampas Tomahawk y las cámaras se instalaron muy cerca de alguno de los transectos de ancho fijo que fueron seleccionados en el área de estudio con el fin de complementar la información que arrojaron dichas técnicas de muestreo.

- **Entrevistas Semiestructuradas:**

El área de estudio no se encuentra habitada, pero pudo identificarse por el personal de apoyo del estudio que reconoció el área como zona de importancia para las actividades de caza por lo cual se consultó con ellos la importancia cultural, económica y ambiental de cada organismo identificado, se determinó que otras especies no registradas son importantes para su cultura. Finalmente se buscó identificar si alguna especie registrada se encuentra en categoría de amenaza según UICN o CITES pudiera verse eventualmente en el área afectada utilizando libros o cualquier herramienta visual para que los pobladores pudieran reconocerlos.

En la **Figura 3-15**, se representa la ubicación de los transectos.

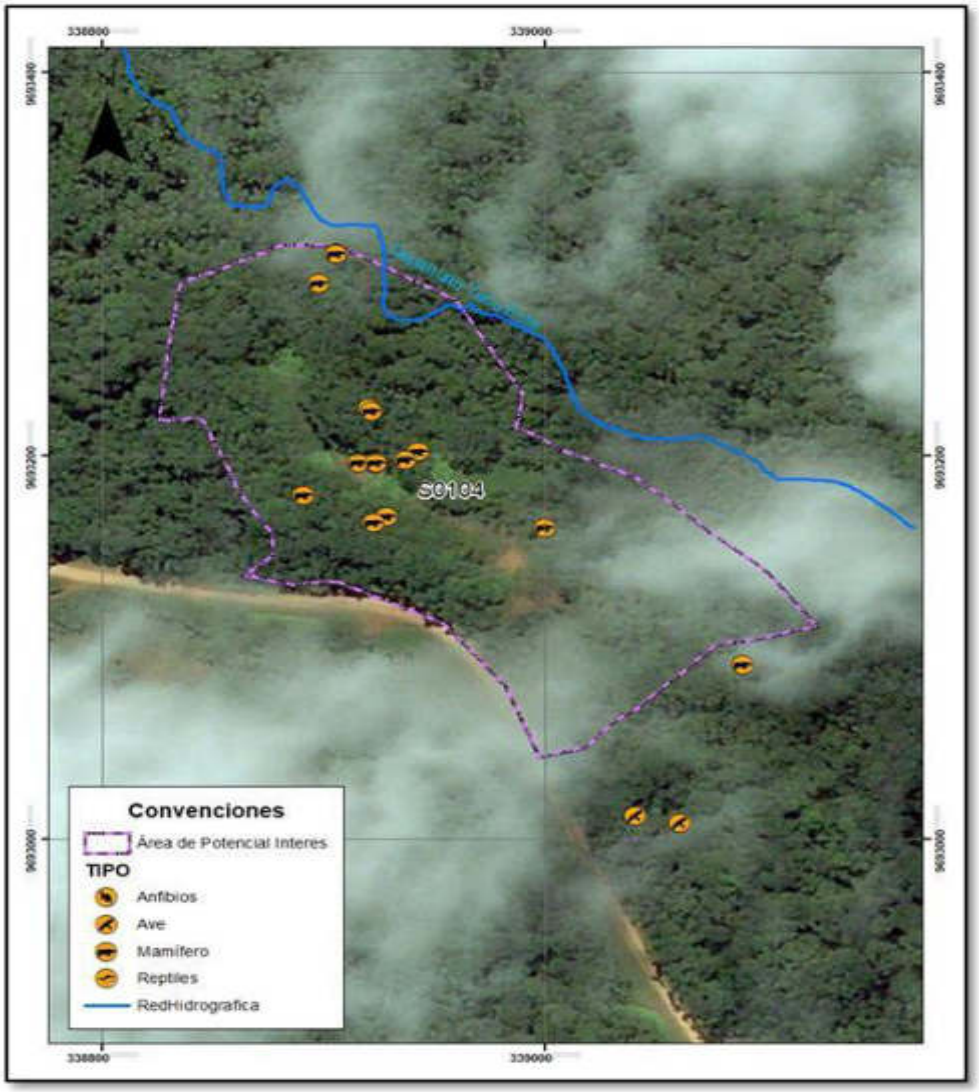


Figura 3-15. Transectos Componentes Fauna
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.5.2.7. *Muestreo Componente Biótico – Componente Hidrobiológico*

3.5.2.7.1. Periodos de Realización de Muestreo

El muestreo del componente hidrobiológico, se realizó en un solo punto y se ejecutó en las dos épocas siguiendo la evaluación climatológica indicada en el ítem **2.2.5**.

El muestreo en época húmeda, se realizó en abril de 2018, en época seca (menos húmeda), el muestreo se realizó en agosto del 2018.

En la **Tabla 3-52**, se indican las coordenadas de la única estación de muestreo del componente de hidrobiología.

Tabla 3-52. Estación de Muestreo Hidrobiología Realizadas

Código de Muestreo Fase Húmeda	Código de Muestreo Fase Seca	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S		Observaciones
		Este	Norte	
S0104-Hb-001	S0104-Hb-002	338632	9693308	El código inicial S0104-Hb-001, con el que se denominó la estación de

Código de Muestreo Fase Húmeda	Código de Muestreo Fase Seca	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S		Observaciones
		Este	Norte	
				hidrobiología en época húmeda, en época seca (época menos húmeda), se modificó por S0104-Hb-002.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- **S0104-Hb002**

Es un ambiente lótico de aguas turbias, el cauce es semi recto, sus orillas son estrechas y están protegidas por una cobertura vegetal ribereña; la profundidad promedio es de 1,0 m, el habitad está conformado por una vegetación sobresaliente propia de bosques húmedos e inundables, en el fondo del cuerpo de agua hay bastante hojarasca y palizada. El sustrato dominante del fondo de la quebrada es limoso (70%) y arcilloso (30%); La longitud de muestreo fue de 05 metros.

Durante la evaluación de comunidades acuáticas, se procedió a la colecta de plancton (fitoplancton y zooplancton), perifiton, macro invertebrados bentónicos y necton en la estación descrita con anterioridad.

3.5.2.7.2. Técnicas de Muestreo

Las comunidades acuáticas evaluadas fueron: Plancton (fitoplancton y zooplancton cuantitativo y cualitativo), perifiton, macroinvertebrados y peces, las que se encuentran asociados a características típicas del agua considerándolas potenciales indicadores de su calidad (Jara, 2002). Estas comunidades responden de manera directa ante impactos ambientales por lo que su estado de conservación, diversidad y algunos aspectos ecológicos son considerados como indicadores de perturbación y medidores del grado de impacto.

3.5.2.7.3. Muestreo de Plancton.

Se ingresó al área de muestreo hasta una distancia prudente posicionándose en un sitio seguro donde se procedió a realizar la colecta.

A continuación, se detalla el procedimiento de toma de muestra:

- **Muestreo de Fitoplancton Cuantitativo**

Se realizó la colecta mediante la toma directa (sin filtrar) en un botella de plástico de 0.50 litro a 25 cm por debajo de la superficie del cuerpo de agua, se agregó el preservante (formalina bufferada), luego se procedió a cerrar el frasco herméticamente y homogenizar la muestra.

- **Muestreo de Fitoplancton Cualitativo**

Se realizó la colecta mediante la toma de muestra con red estándar de 20 µm, se filtró 40 litros de agua, se agregó el preservante (3 ml de lugol en 1 litro de la muestra), luego se procedió a cerrar el frasco herméticamente y homogenizar la muestra.

- **Muestreo de Zooplancton Cuantitativo**

Se realizó la colecta mediante la toma de muestra con red estándar de 20 µm, se filtró 40 litros de agua y se agregó el preservante (formalina bufferada), luego se procedió a cerrar el frasco herméticamente y homogenizar la muestra.

- **Muestreo de Zooplancton Cualitativo**

Se realizó la colecta mediante a toma de muestra con red estándar de 20 µm, se filtró 40 litros de agua y luego se agregó el preservante (3 ml de lugol en 1 litro de la muestra), luego se procedió a cerrar el frasco herméticamente y homogenizar la muestra.

3.5.2.7.4. Muestreo de Perifiton.

Se buscó áreas representativas del cuerpo de agua a evaluar, se realizó un raspado superficial de 5X5 cm. del sustrato duro no removible y se procedió a realizar la colecta.

3.5.2.7.5. Muestreo de Macrobentos.

Los lugares de monitoreo fueron seleccionados tomando en cuenta que estos no deben contener piedras de tamaño mayor a 20 cm de diámetro; así mismo deben tener fondo de limo, barro, detritus o restos de vegetación , se tuvo que buscar áreas donde la profundidad del agua no debió exceder los 60 cm. (Roldán, 1988).

A continuación, se detalla el procedimiento de toma de muestra:

Se utilizó una red Surber de 30 x 30 cm (0,09 m2) la cual está sujeta una red de unos 80 cm de longitud y con una abertura de malla de aproximadamente 500 µm. El marco se coloca sobre el fondo y en contra de la corriente y con las manos se remueve el material del fondo quedando atrapados los organismos en la red. Esta operación se repite al menos tres veces en cada estación de muestreo examinando todo el material colectado. Las muestras colectadas fueron almacenadas en envases de 500 ml, se agregó el preservante (etanol al 70%), luego se procedió a cerrar el frasco herméticamente.

3.5.2.7.6. Muestreo de Necton (Peces).

Está conformado por organismos que nadan libremente en el agua por poseer un sistema de locomoción eficiente, trasladándose de un punto a otro. Pueden recorrer largas distancias y en algunos casos en contra de los movimientos del agua o de las corrientes.

A continuación, se detalla el procedimiento de toma de muestra:

Para evaluar a los peces se utilizó redes de arrastre de 5 m x 2 m y/o atarraya de 2.5 m de diámetro y 2.0 m de altura con aberturas de malla 5 mm, se empleó un número variado y representativo de lances por cada estación para fines cuantitativos (peces/lances) y se complementó con muestreos específicos (redes de espera de 50 metros con una abertura de malla de 2.5 pulgadas). En la **Fotografía 3-22**, se observa la técnica del muestreo en la estación hidrobiológica en el sitio S0104 (Botadero Km 2).

Fotografía 3-22. Estación de Muestreo Hidrobiológicos
Fuente. Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Fotografía 3-23**, se observa la técnica del muestreo en la estación hidrobiológica en el sitio S0104 (Botadero Km 2).

Fotografía 3-23. Técnicas de Muestreo de Necton (Peces)
Fuente. Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Figura 3-16**, se representa la ubicación de la estación de muestreo hidrobiológico en el Sitio S0104 (Botadero Km 2).

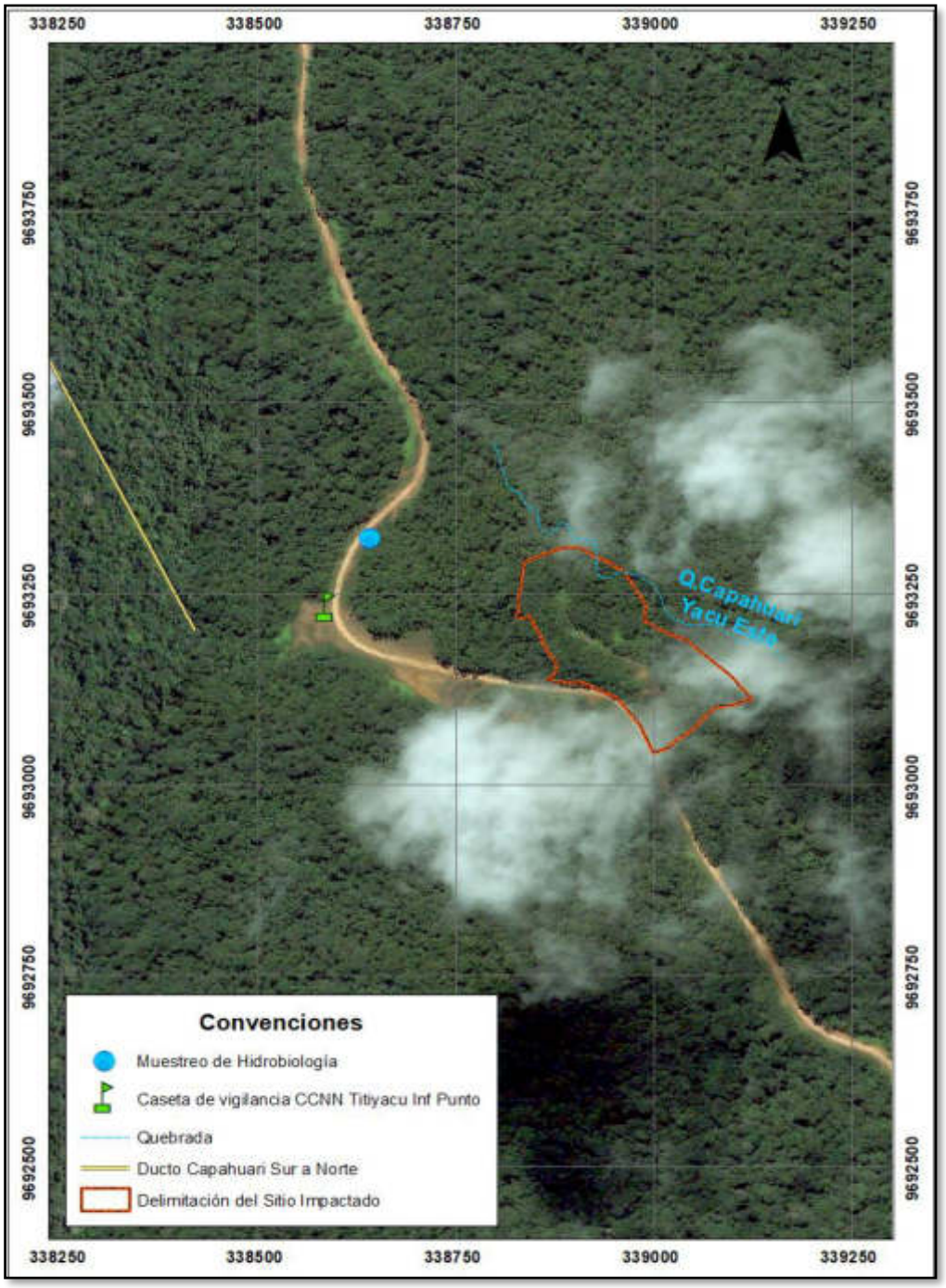


Figura 3-16. Estaciones de Muestreo Hidrobiológico realizado en Épocas Húmeda y Seca
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.5.2.7.7. Justificación de Modificación de Plan de Muestreo

En época húmeda, la estación de muestreo del componente hidrobiológico, con coordenadas E: 338632 y N: 9693308, fue codificada como S0104-Hb-001. Los resultados de laboratorio se emitieron con este código.

En época seca (menos húmeda), en las mismas coordenadas, se realizó el muestreo del componente hidrobiológico, pero se cambió la codificación de la estación a S0104-Hb-002. Los resultados de laboratorio se emitieron con este código.

En la **Tabla 3-53**, se relaciona el código de las estaciones de hidrobiología y la coordenada en la que se realizó el muestreo.

Tabla 3-53. Código de Punto de Muestreo Modificado Matriz de Hidrobiología

Código de Muestreo Fase Húmeda	Código de Muestreo Fase Seca	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S		Observaciones
		Este	Norte	
S0104-Hb-001	S0104-Hb-002	338632	9693308	se modificó el código de la estación de muestreo, pero no las coordenadas de ubicación.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.5.3. Materiales y Aspectos Logísticos

3.5.3.1. *Descripción Logística para Muestreos*

La logística que se llevó a cabo para efectuar los trabajos de campo empezó en fechas anteriores a la salida oficial. Para este ítem se tuvo particular atención al movimiento de personal, movimiento de materiales y equipos, contratación de personal local, exámenes médicos, etc. que son vitales para llevar a cabo los trabajos.

Anexo 6.5.2, se encuentran los formatos utilizados en el desarrollo del muestreo de época húmeda y época seca (menos húmeda).

3.5.3.1.1. Materiales y Equipos Usados

Para los trabajos de campo se usaron los materiales enumerados en la **Tabla 3-54.**

Tabla 3-54. Materiales Usados en las dos Épocas

Descripción	No. Materiales Época Húmeda	No. Materiales Época Seca
Palas	2	4
Cavador manual	1	1
Picos	2	4
Bandejas	6	6
Coolers	80	36
Congelantes (icepacks)	250	800
Bolsa Ziploc	400	900
Redes de pesca	2	2
Pinza	1	1
Binoculares	1	1

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Los equipos que se usaron para los trabajos de campo se enumeran en la **Tabla 3-55.**

Tabla 3-55. Equipos Usados en las dos Épocas

Descripción	N° equipos época húmeda	N° equipos época seca
Barrenos manuales	1	3
Equipos de Fotoionización	1	3
Equipo de lavado (hidrolavadora)	0	2
Equipo Multiparámetro	1	1

Descripción	N° equipos época húmeda	N° equipos época seca
Medidor de profundidad	0	1
Medidor de interfase	1	1
Equipo de perforación helicoidal	1	0
Resistivímetros 4 Flukes (estudio SEV)	1	0
GPS	11	10
Conservadoras	1	1
Conservadoras (Ushpayacu)	1	1
Conservadoras (Iquitos)	1	1
Termómetro digital laser	2	2
Trampas Tomahawk	10	10
Redes de Niebla	4	4
Gancho Herpetológico	1	1
Cámaras trampa	4	4
Cámaras digitales	11	10
Teléfonos satelitales	3	3

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En el **Anexo 6.5.2**, se encuentran los formatos utilizados en el desarrollo del muestreo de época seca (menos húmeda).

En la **Fotografía 3-24**, se observa las embarcaciones empleadas para el transporte de muestras.

Fotografía 3-24. Embarcación Transporte de Muestras
Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Fotografía 3-25**, se observa la técnica de medición de temperatura de las muestras.

Fotografía 3-25. Dispositivo Medición de Temperatura e Ice Pack
Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Fotografía 3-26**, se observan las técnicas de conservación de las muestras.

Fotografía 3-26. Conservadora y Refrigerador
Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.5.3.1.2. Descripción Logística para Transporte de Muestras

Las Coordinaciones logísticas para el traslado de las muestras en época húmeda se realizaron de manera conjunta entre los coordinadores de Nuevo Andoas CC.NN. – Ushpayacu Nauta – Iquitos y Lima.

Además, se contó con el acompañamiento de los monitores ambientales de la comunidad nativa de Nuevo Porvenir para la verificación de los registros de temperatura y el manejo adecuado de las muestras obtenidas en campo para su traslado desde la zona donde se efectuó la toma de muestra hasta el laboratorio en Lima.

En época seca (menos húmeda), el traslado de las muestras del sitio S0104 (Botadero Km 2), pertenecientes a la comunidad nativa de Nuevo Porvenir, se hace por la cuenca del Tigre anexándose a la logística establecida desde la comunidad de 12 Octubre, este movimiento se hace desde la cuenca pastaza por vía terrestre hasta la cuenca del rio tigre, debido a las condiciones de niveles de profundidad del río Pastaza que limitaban el desplazamiento de las embarcaciones por el bajo calado de este río.

Las muestras han sido trasladadas en dos tramos.

- **Primer tramo**: Corresponde desde la CC.NN. 12 de Octubre hasta la localidad de Intuto
.
- **Segundo tramo**: Desde la localidad de Intuto hasta la ciudad de Nauta.

Las coordinaciones para el traslado de las muestras, se realizaron previos al envío de las muestras, con el objetivo principal que las dos embarcaciones se encuentren en la localidad de Intuto, para el transbordo de los coolers.

En las **Tabla 3-56** y **Tabla 3-57**, se identifican las fechas de los movimientos de las muestras del proceso de logística de las época húmeda y seca (menos húmeda).

Tabla 3-56. Fechas Relevantes en el Proceso de Logística - Época Húmeda

Sitio Impactado	Matriz	Fecha de Toma de la muestra	Fecha Salida de Ushpayacu	Fecha de Entrada a Laboratorio
Sitio S0104 (Botadero Km 2)	Agua Superficial	8/05/2018	11/05/2018	13/05/2018
	Sedimentos	7/05/2018	11/05/2018	13/05/2018
	Agua Purificada	17/05/2018	19/05/2018	21/05/2018
	Agua Purificada	10/05/2018	19/05/2018	21/05/2018
	Agua Subterránea	17/05/2018	19/05/2018	21/05/2018
	Suelo	14/05/2018	19/05/2018	21/05/2018
	Agua Purificada	15/05/2018	19/05/2018	21/05/2018
	Agua Purificada	10/05/2018	19/05/2018	21/05/2018
	Suelo	15/05/2018	19/05/2018	21/05/2018

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Tabla 3-57. Fechas Relevantes en el Proceso de Logística - Época Seca

Sitio Impactado	Matriz	Fecha de Toma de la muestra	Fecha Salida de Ushpayacu y/o Intuto	Fecha de Entrada a Laboratorio
Sitio S0104 (Botadero Km 2)	hidrobiológicos Agua Superficial	25/08/2018	01/09/2018	03/09/2018
	hidrobiológicos Sedimentos	25/08/2018	01/09/2018	03/09/2018
	Tejido Vegetal	25/08/2018	05/09/2018	07/09/2018
	Agua Purificada	09/09/2018	11/09/2018	13/09/2018
	Agua Superficial	08/09/2018	12/09/2018	13/09/2018

Sitio Impactado	Matriz	Fecha de Toma de la muestra	Fecha Salida de Ushpayacu y/o Intuto	Fecha de Entrada a Laboratorio
	Sedimentos	10/09/2018	18/09/2018	21/09/2018
	Suelo	12/09/2018	18/09/2018	21/09/2018
	Agua Purificada	13/09/2018	18/09/2018	21/09/2018
	Agua Purificada	13/09/2018	18/09/2018	21/09/2018
	Suelo	13/09/2018	18/09/2018	21/09/2018
	Aguas Superficiales	22/09/2018	24/09/2018	26/09/2018
	Suelo	25/09/2018	-	2/10/2018

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.5.4. Custodia y Procedimientos de Aseguramiento de la Calidad de los resultados, aplicando las guías, protocolos emitidos por las autoridades respectivas.

Para asegurar la calidad en los procesos y garantizar que las labores se desarrollen con criterios que cumplan con lo definido en guías, protocolos y normas nacionales e internacionales se tiene un plan de aseguramiento de la calidad que incluye lo siguiente:

- **Procedimientos de trabajo:** Describen, teniendo en cuenta las guías y normas nacionales e internacionales, cómo ejecutar cada etapa del servicio, quien es responsable de ejecutarla y cuando debe ejecutarla.

La descripción detallada de los métodos de muestreo; el uso, calibración y control de calidad de los instrumentos y equipos; la preservación, almacenamiento, transporte y cadena de custodia de las muestras están documentados y forman parte del sistema de calidad.

- **Registro de la Información:** Los registros son la evidencia de como se ha desarrollado el proceso y de su trazabilidad.

Cada etapa desarrollada para la caracterización del Sitio impactado es documentada y registrada en medio físico y magnético. Se cuenta con los manuales y procedimientos de calibración de los equipos utilizados en campo para las mediciones *in situ*.

- **Analítica de Control de Calidad:** Se realizan los controles de calidad de las muestras tomadas en campo con las técnicas analíticas de los componentes ambientales de cada parámetro con su metodología de acuerdo al criterio establecido en el plan de muestreo. Las Técnicas analíticas se presentan en el **Anexo 6.5.1.**

En la **Tabla 3-58**, se presentan los controles de calidad ejecutados en campo descrito como blancos de equipo, blancos de campo, blanco de viaje y duplicados.

Tabla 3-58. Controles de Calidad

Control de Calidad	Código	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S		Tipo de muestra
		Este	Norte	
Blanco de campo	BK-CAMPO-S0104-As002	0338627	9693291	Agua Purificada
	BK-CAMPO-S0104-S003	0339044	9693161	Agua Purificada
Blanco de equipo	BK-EQUIPO-S0104-S003	0339044	9693161	Agua Purificada
Duplicado	S0104-S003	0339044	9693161	Suelo Envirotest
	DUP-S0104-S014	0338998	9693161	Suelo Envirotest

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Los duplicados son enviados al laboratorio acreditado Envirotest, donde realiza las técnicas analíticas de cada componente solicitado, esto se encuentra en el **Anexo 6.5.1**.

El Manual de calidad, los procedimientos de trabajo y los registros son codificados con un código cuyas letras y números indican el tipo de documento, después de su elaboración la documentación es revisada por el Coordinador del proyecto y aprobada por el Director del proyecto y tanto las copias impresas como en formato electrónicos son controladas y guardadas bajo la responsabilidad del personal asignado para ello.

En el **Anexo 6.5.1**, se presentan la información general sobre los procedimientos aplicables a los muestreos.

3.6. Descripción de los Resultados de Campo y Laboratorio

3.6.1. Descripción de los Resultados de Campo y Laboratorio de Suelos

Las muestras de suelos fueron recolectadas siguiendo los lineamientos indicados en el plan de muestreo, el cual se estructuró tomando como referencia la información histórica del lugar y las directrices definidas en la Guía para Muestreo de Suelos del MINAM.

In situ se realizó la descripción del perfil litológico de cada punto de muestreo y se hizo la medición de compuestos orgánicos volátiles con un Detector de Fotoionización (PID).

La clasificación de suelos se efectuó siguiendo los lineamientos y normas del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS (*Unified Soil Classification System*-USCS).

En laboratorio se realizó el análisis de los parámetros físico-químicos del suelo.

3.6.1.1. *Descripción de los Resultados de Campo de los Niveles de Fondo*

Para el Sitio S0104 (Botadero km 2), la muestra Nivel de Fondo se tomó en una zona en donde la geomorfología es parecida a la del sitio impactado.

El Nivel de fondo está constituido por (3) tres submuestras, las cuales se tomaron en un área aproximada de 1000 m^2 a la redonda. Los perfiles litológicos y su descripción se presentan en el **Anexo 6.5.2**

3.6.1.2. *Descripción de Resultados de Campo para suelo del Sitio S0104 (Botadero km 2)*

3.6.1.2.1. Descripción de los Resultados de Suelos

Para determinar la concentración de los contaminantes de preocupación, establecer los mecanismos de dispersión, migración de los contaminantes y caracterizar el perfil litológico, en el Sitio S0104 (Botadero km 2), se realizó el muestreo en diecisiete (17) puntos.

Se realizó el perfil litológico de cada punto de muestreo y se determinó *in situ* la secuencia y espesor de los horizontes característicos de cada sustrato de suelo.

El Sitio S0104 (Botadero km 2), se encuentra en la formación de Ipururu, según la Carta Geológica Nacional 6-K Andoas, realizada por el INGEMMET, esta formación está compuesta mayormente por lodolitas, limoarcillitas y areniscas las cuales se hallan en estratos gruesos con una notoria estratificación sesgada.

En el Sito S0104 (Botadero km 2), aflora también la formación Nauta, que en su nivel inferior se caracteriza por ser una secuencia monótona de arenas, limos y limoarcillitas con ocasionales niveles de limos y conglomerados polimícticos.

Esta secuencia se intercala con gruesos niveles de limoarcillitas abigarradas laminares seguida de una secuencia de areniscas masivas bien estratificadas con lodolitas.

Los afloramientos de la Formación Nauta Superior se extienden ampliamente en el sitio S0104 (Botadero Km 2) donde suelen presentarse generalmente como areniscas de grano fino con altos contenidos de limo y arcilla.

En la zona de interés se han identificado secuencias de suelo limoso, limo arcilloso y arcilloso de diferentes espesores; algunas de estas secuencias corresponden a suelos disturbados y alterados.

La secuencia de arcilla natural se encuentra a diferentes profundidades que oscilan entre 1,25 y 11,50 m.

La descripción de los perfiles litológicos de cada punto de muestreo se puede consultar en el **Anexo 6.5.2.**

3.6.1.2.2. Medición con Equipo de Fotoionización PID

Durante los trabajos de campo se realizó *in situ,* la medición de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV's) con el equipo PID (Detector de Fotoionización) en cada punto muestreado.

La lectura de la concentración de los COV's y las características organolépticas identificadas en cada punto de muestreo se analizaron e interpretaron para realizar la colecta de las muestras representativas de los estratos evaluados. La concentración de los COV's está en el rango de 0,00 ppm hasta 373,0 ppm, los valores registrados son bastantes bajos, salvo en el punto de muestreo S0104-S004 en donde la medición del PID registró un pico de 373,0 ppm. En este punto no se identificaron fracciones de hidrocarburos por lo tanto el valor registrado en la medición del PID está relacionado con la materia orgánica en descomposición.

En la **Tabla 3-59**, se presenta la medición de los compuestos orgánicos volátiles realizada con el Equipo PID.

Tabla 3-59. Valores de Compuestos Orgánicos Volátiles (COV's) en Suelo, Medidos *in situ*

Estación de Muestreo	Fecha Muestreo	Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Época de Muestreo	Profundidad (m)		Medición PID (ppm)
		Este	Norte		Inicial	Final	
S0104-S001-0,50	15/05/2018	338975	9693202	Húmeda	0,00	0,5	0
S0104-S002-0,00	12/09/2018	339024	9693189	Seca	0,00	0,25	2,8
S0104-S002-1,25					1,25	1,5	3
S0104-S002-2,25					2,25	2,5	2,5
S0104-S003-0,30	13/09/2018	339044	9693161	Seca	0,3	0,5	4,2
S0104-S003-1,25					1,25	1,5	0,2
S0104-S004-0,30	14/05/2018	339040	9693083	Húmeda	0,00	0,3	373
S0104-S004-1,40					1,2	1,4	0

Estación de Muestreo	Fecha Muestreo	Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Época de Muestreo	Profundidad (m)		Medición PID (ppm)
		Este	Norte		Inicial	Final	
S0104-S005-0,00	10/09/2018	339017	9693153	Seca	0,00	0,4	17,8
S0104-S005-0,80					0,8	1,00	4,6
S0104-S006-0,50	11/09/2018	339047	9693100	Seca	0,00	0,7	6,8
S0104-S006-1,10					1,1	1,3	9,5
S0104-S006-1,75					1,75	1,9	0
S0104-S007-0,50	14/05/2018	338979	9693141	Húmeda	0,00	0,5	0
S0104-S007-1,60					1,4	1,6	0
S0104-S007-2,50					2,3	2,5	0
S0104-S008-0,40	14/05/2018	338907	9693257	Húmeda	0,00	0,4	0
S0104-S008-1,40					1,2	1,4	0
S0104-S008-2,40					2,2	2,4	0
S0104-S009-0,40	15/05/2018	338907	9693202	Húmeda	0,00	0,4	15
S0104-S009-2,00					1,8	2,00	31
S0104-S009-2,80					2,6	2,8	0
S0104-S010-0,25	11/09/2018	338978	9693211	Seca	0,25	0,5	2,1
S0104-S010-1,00					1,00	1,25	2,3
S0104-S010-2,25					2,25	2,5	2,6
S0104-S011-0,40	11/09/2018	339064	9693161	Seca	0,00	0.4	5,2
S0104-S011-1,50					1,5	1,7	7,5
S0104-S011-2,25					2,25	2,4	7,8
S0104-S012-0,00	12/09/2018	339021	9693080	Seca	0,00	0,4	77,1
S0104-S012-1,00					1,00	1,25	3,6
S0104-S012-2,25					2,25	2,5	0,4
S0104-S013-0,00	12/09/2018	339089	9693154	Seca	0,00	0,3	4,1
S0104-S013-1,00					1,00	1,25	27,7
S0104-S013-2,25					2,25	2,5	0
S0104-S014-0,40	12/09/2018	338998	9693196	Seca	0,4	0,5	3,2
S0104-S014-1,25					1,25	1,5	3,1
S0104-S015-0,00	13/09/2018	338860	9693283	Seca	0,00	0,4	23,5
S0104-S015-1,00					1,00	1,25	8,4
S0104-S015-2,25					2,25	2,5	10,4
S0104-S016-0,00	13/09/2018	338870	9693188	Seca	0,00	0,4	1,6
S0104-S016-1,00					1,00	1,25	4,8
S0104-S016-2,25					2,25	2,5	0
S0104-S017-1,80	16/09/2018	339064	9693146	Seca	0,00	1,8	0
S0104-NF1-0,25	12/09/2018	339125	9692978	Seca	0,25	0,5	0
							0,3
							1

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Los resultados de los perfiles representativos y los valores del PID, se presentan en el formato de muestreo de suelos incluido en el **Anexo 6.5.2.**

3.6.1.3. *Descripción los Resultados de Laboratorio de los Niveles de Fondo*

En la muestra Nivel de fondo se analizaron las fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40), la concentración reportada se presenta en **Tabla 3-60**.

De otra parte, en la muestra Nivel de fondo se analizaron los metales considerados como contaminantes de preocupación y que están regulados por el ECA. En la **Tabla 3-61**, se presenta la concentración del Arsénico (As), Bario (Ba), Cadmio (Cd), Cromo (Cr), Mercurio (Hg) y Plomo (Pb).

Teniendo en cuenta la cercanía entre el sitio S0104 (Botadero km 2) con el sitio S0105 (CS-32) y el sitio S0106 (Botadero km 4), para la interpretación de los resultados de metales pesados en suelo y las fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40), se correlacionaron también los resultados de la concentración de metales pesados.

Tabla 3-60. Concentración de Fracciones de Hidrocarburos F2 y F3 en Niveles de Fondo

ECA – Uso de suelo: Agrícola (mg/kg)							1200	3000
Punto de Muestreo	Fecha	Profundidad (m)		Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Época de Muestreo	Concentración en mg/kg MS	
		Inicial	Final	Este	Norte		F2	F3
S0105-NF1-0,25	14/09/2018	0,25	0,50	339451	9692045	Seca	18,2	48,1
S0104-NF1-0,25	12/09/2018	0,25	0,50	339125	9692978	Seca	< 1,0	27,9
S0106-NF1-0,25	07/09/2018	0,25	0,50	338278	9694155	Seca	< 1,0	< 1,0

Nota: Los valores que presentan (<) hacen referencia a los límites de detección de la técnica empleada por los laboratorios.

Fuente: Informe de ensayo 52944, 52943 y 51252 de Laboratorio ALS, 2018.

Tabla 3-61. Concentración de Metales Totales (As, Ba, Cd, Cr, Hg, Pb) en Niveles de Fondo

ECA– Uso de suelo: Agrícola (mg/kg)							50	750	1,4	N/A	70	6,6
Punto de Muestreo	Fecha	Profundidad (m)		Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Época de Muestreo	Concentración en mg/kg MS					
		Inicial	Final	Este	Norte		Arsénico (As)	Bario (Ba)	Cadmio (Cd)	Cromo (Cr)	Plomo (Pb)	Mercurio Total (Hg)
S0105-NF1-0,25	14/09/2018	0,25	0,50	339451	9692045	Seca	< 3,5	110,8	< 0,5	83,2	17	0,14
S0104-NF1-0,25	12/09/2018	0,25	0,50	339125	9692978	Seca	< 3,5	71,7	< 0,5	160,1	23	0,17
S0106-NF1-0,25	07/09/2018	0,25	0,50	338278	9694155	Seca	< 3,5	44,8	< 0,5	13,4	< 2	0,12

Nota: Los valores que presentan (<) hacen referencia a los límites de detección de la técnica empleada por los laboratorios.

Fuente: Informe de ensayo 52944, 52943 y 51252 de Laboratorio ALS, 2018.

3.6.1.4. *Descripción de Resultados de Laboratorio para suelo del Sitio S0104 (Botadero km 2)*

A continuación, se presentan los parámetros fisicoquímicos descritos en el plan de muestreo, los cuales se clasificaron en físicos y químicos y según su naturaleza en orgánicos e inorgánicos, los resultados obtenidos se correlacionan con la época de muestreo y se comparan con el ECA de suelo D.S. N° 011-2017-MINAM o con normativa internacional como la *Interin Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines* (*CCME, 1991*).

Todos los reportes de laboratorio se encuentran en el **Anexo 6.10.**

3.6.1.4.1. Granulometría

A continuación, se presentan en la **Tabla 3-62,** los resultados de granulometría.

Tabla 3-62. Resultados de Granulometría para el Sitio S0104 (Botadero Km 2)

Estación de Muestreo		S0104-S009-0,40	S0104-S009-2,00	S0104-S009-2,80	S0104-S012-0,00	S0104-S012-1,00
Época de Muestreo		Húmeda			Seca	
Fecha de Muestreo		15/05/2018			12/09/2018	
Profundidad (m)	Inicial	0	1,8	2,6	0	1
	Final	0,4	2	2,8	0,4	1,25
Coordenadas	Este	338907			339021	
	Norte	9693202			9693080	
Descripción (g/100)						
Grava (<64 mm - >4 mm)		0	0	0	6,26	0
Grava muy fina (<4 mm - >2 mm)		0	0	0	1,34	0
Arena muy gruesa (<2 mm - >1 mm)		0	0	0	0,7	0,09
Arena gruesa (<1 mm - >0,5 mm)		0,94	0	0.05	1,46	1,2
Arena media (<0,5 mm - >0,25 mm)		0,64	6,64	14,56	3,62	6,94
Arena fina (<0,25 mm - >0,125 mm)		5,69	11,3	30,03	2,6	16,29
Arena muy fina (<0,125 mm - >0,0625 mm)		10,1	17,43	10,73	4,63	7,77
Limo grueso (<0,0625 mm - >0,031 mm)		7,36	13,26	16,14	6,76	9,82
Limo mediano (<0,031 mm - >0,0156 mm)		5,86	12,02	10,96	11,64	10,22
Limo fino (<0,0156 mm - >0,0078 mm)		8,4	12,2	3,14	6,8	2,7
Limo muy fino (<0,0078 mm - >0,0039 mm)		13,5	9,64	4,88	4,55	3,46
Arcilla (< 0,0039 mm)		47,51	17,51	9,51	49,64	41,51

Fuente: Informes de ensayo 26375 y 52933 Laboratorio ALS, 2018.

A continuación, se presenta la descripción de los resultados del análisis de granulometría de las muestras de suelo representativas para el Sitio S0104 (Botadero km 2) que fueron tomadas en el punto de muestreo S0104-S009 a la profundidad de 0,40, 2,0 y 2,80 m., y en el punto de muestreo S0104-S012 a la profundidad de 0,4 y 1,25 m.

Punto de muestreo S0104-S009: los resultados de granulometría indican, según criterio global del componente que, para este punto a la profundidad de 0,40 m, la secuencia está compuesta principalmente por arcillas con un 47,51%, limos con 35,12 y arenas con un 7,27 %, no se identifica la presencia de gravas, esta secuencia se clasifica como suelo de textura arcillo limosa.

Para la profundidad de 2,0 metros, los resultados de granulometría indican, según criterio global del componente que, la secuencia está compuesta principalmente por limos con 47,12, arenas con un 35,37 y arcillas con 17,51%, esta secuencia se clasifica como un suelo de textura limo arenosa.
Para la profundidad de 2,80 metros, los resultados de granulometría indican, según criterio global del componente que, la secuencia está compuesta principalmente por arenas con un 55,37%, limos con un 35,12% y arcillas con un 9,51, esta secuencia se clasifica como un suelo de textura arenoso limosa.

Punto de muestreo S0104-S012: los resultados de granulometría indican, según criterio global del componente que, para este punto a la profundidad de 0,00 m, la secuencia está compuesta principalmente por arcillas con un 49,64%, limos con un 29,75%, arenas con un 13,01% y gravas con un 7,6%, esta secuencia se clasifica como un suelo de textura arcillo limosa.

Para la profundidad de 1,00 m., los resultados de granulometría indican, según criterio global del componente que, la secuencia está compuesta principalmente por arcillas con un 41,51%, arenas con un 32,29% y limos con un 26,2%, no se encontraron gravas, esta secuencia se clasifica como un suelo de textura arcillo arenosa.

3.6.1.4.2. Potencial de Hidrogeno (pH)

A continuación, se presenta en la **Tabla 3-63**, los resultados de pH.

Tabla 3-63. pH en Suelos

Estación de Muestreo	Fecha	Profundidad (m)		Época de Muestreo	Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Valor pH
		Inicial	Final		Este	Norte	
S0104-S012-0,00	12/09/2018	0,00	0,4	Seca	339021	9693080	6,35
S0104-S012-1,00		1,00	1,25				6,31
S0104-S012-2,25		2,25	2,5				4,88
S0104-S015-0,00	13/09/2018	0,00	0,4		338860	9693283	4,29
S0104-S015-1,00		1,00	1,25				5,17

Fuente: Informe de ensayo 52933 y 52933 Laboratorio ALS, 2018.

3.6.1.4.3. Fracciones de Hidrocarburos F1 (C6-C10), F2 (>C10-C28) y F3(>C28-C40)

Los resultados reportados en las estaciones de muestreo de suelo para las fracciones de hidrocarburos F1, F2 y F3 se presentan en la **Tabla 3-64**.

3.6.1.4.4. Compuestos Orgánicos Volátiles (BTEX) y Bifenilos Policlorados Totales (PCB's)

Considerando que los BTEX son compuestos químicos altamente volátiles, se realizó el muestreo de BTEX al 10% del total de las muestras de suelo. La concentración de Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xilenos determinada por el método de cromatografía para las muestras de suelo, se presenta en **Tabla 3-64**.

Los Bifenilos policlorados fueron considerados como un contaminante de preocupación para el Sitio S0104 (Botadero km 2), razón por la cual el análisis de PCB's se realizó al 15% de las muestras, los resultados de PCB's se presentan en la **Tabla 3-64**.

3.6.1.4.5. Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAH's)

Las concentraciones de Benzo (a) Pireno y Naftaleno reguladas por el D.S. Nº 011-2017-MINAM, se presentan en la **Tabla 3-64**.

Los hidrocarburos aromáticos policíclicos cuya concentración no está regulada en la legislación peruana, serán analizados según la norma internacional "*Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME, 1991)".*

Los PAH's que se analizarán bajo esta normatividad son: Benzo (a) Antraceno, Benzo (a) Pireno, Benzo (b) Fluoranteno, Benzo (k) Fluoranteno, Dibenzo (a,h) Antraceno, Fenantreno, Indeno (1,2,3 cd) Pireno y Pireno.

En la **Tabla 3-65**, se presenta la concentración de los hidrocarburos aromáticos policíclicos regulados por la norma internacional "*Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME, 1991)".*

3.6.1.4.6. Metales totales

Los metales considerados de preocupación para el Sitio S0104 (Botadero km 2) son los siguientes: Arsénico (As), Bario (Ba) (cuando la concentración del Bario superaba el estándar ECA se analizó el Bario extraíble), Cadmio (Cd), Cromo (Cr) y Cromo VI, Mercurio (Hg) y Plomo (Pb). La concentración de estos metales en suelo está regulada por el D.S. Nº 011-2017-MINAM.

En la **Tabla 3-66**, se presenta la concentración de metales totales, la cual fue determinada en Laboratorio a través de la técnica analítica de "Ensayo de metales totales por ICP óptico".

3.6.1.4.7. Metales por Lixiviación (TCLP)

Las concentraciones de Arsénico (As), Bario (Ba), Cadmio (Cd), Cromo (Cr), Mercurio (Hg) y Plomo (Pb) regulados en el "*Code of Federal Regulations of USA, title 40 Part 261 Subpart C § 261.24",* determinados por ensayo de metales por lixiviación (TCLP) para las muestras de suelo que se tomaron en el Sitio S0104 (Botadero km 2), se presenta en la **Tabla 3-67**.

Tabla 3-64. Valores de Parámetros Orgánicos Regulados por el ECA de Suelos

ECA – Uso de suelo: Agrícola (mg/kg)							200	1200	3000	0,03	0.37	0.082	11	0.1	0.1	0.5
Estación de Muestreo	Fecha	Profundidad (m)		Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Época de Muestreo	Concentración en mg/kg MS									
		Inicial	Final	Este	Norte		F1	F2	F3	Benceno	Tolueno	Etilbenceno	Xilenos	Benzo (a) Pireno	Naftaleno	PCB´s
S0104-S001-0,50	15/05/2018	0,00	0,5	338975	9693202	Húmeda	< 0,6	< 0,9	25,3	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	< 0,0009	< 0,0006	N.A.
S0104-S002-0,00	12/09/2018	0,00	0,25	339024	9693189	Seca	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	< 0,0142
S0104-S002-1,25		1,25	1,5				N.A.	N.A.	N.A.	< 0,0031	< 0,0038	< 0,0028	< 0,0104	N.A.	N.A.	< 0,0142
S0104-S002-2,25		2,25	2,5				N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0104-S003-0,30	13/09/2018	0,3	0,5	339044	9693161	Seca	N.A.	1418	22850	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0104-S003-0,30-DUP[a]		0,3	0,5				N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0104-S003-1,25		1,25	1,5				N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0104-S004-0,30	14/05/2018	0,00	0,3	339040	9693083	Húmeda	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	< 0,0009	< 0,0006	N.A.
S0104-S004-1,40		1,2	1,4				N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0104-S005-0,00	10/09/2018	0,00	0,4	339017	9693153	Seca	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0104-S005-0,80		0,8	1,00				N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0104-S006-0,50	11/09/2018	0,00	0,7	339047	9693100	Seca	< 0,6	19,4	N.A	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	< 0,0009	< 0,0006	N.A.
S0104-S006-1,10		1,1	1,3				N.A.	N.A.	260	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0104-S006-1,75		1,75	1,9				N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0104-S007-0,50	14/05/2018	0,00	0,5	338979	9693141	Húmeda	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0104-S007-1,60		1,4	1,6				N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0104-S007-2,50		2,3	2,5				N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0104-S008-0,40	14/05/2018	0,00	0,4	338907	9693257	Húmeda	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	< 0,0142
S0104-S008-1,40		1,2	1,4				N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	< 0,0142
S0104-S008-2,40		2,2	2,4				N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0104-S009-0,40	15/05/2018	0,00	0,4	338907	9693202	Húmeda	< 0,6	< 0,9	21,6	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	< 0,0009	< 0,0006	N.A.
S0104-S009-2,00		1,8	2,00				N.A.	< 0,9	18,5	< 0,0031	< 0,0038	< 0,0028	< 0,0104	N.A.	N.A.	N.A.
S0104-S009-2,80		2,6	2,8				N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0104-S010-0,25	11/09/2018	0,25	0,5	338978	9693211	Seca	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0104-S010-1,00		1,00	1,25				N.A.	N.A.	N.A.	< 0,0031	< 0,0038	< 0,0028	< 0,0104	N.A.	N.A.	N.A.
S0104-S010-2,25		2,25	2,5				N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0104-S011-0,40	11/09/2018	0,00	0,4	339064	9693161	Seca	< 0,6	21,9	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	< 0,0009	< 0,0006	< 0,0142
S0104-S011-1,50		1,5	1,7				N.A.	N.A.	16,9	< 0,0031	< 0,0038	< 0,0028	< 0,0104	N.A.	N.A.	< 0,0142
S0104-S011-2,25		2,25	2,4				N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

000164

ECA – Uso de suelo: Agrícola (mg/kg)							200	1200	3000	0,03	0.37	0.082	11	0.1	0.1	0.5
Estación de Muestreo	Fecha	Profundidad (m)		Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Época de Muestreo	Concentración en mg/kg MS									
		Inicial	Final	Este	Norte		F1	F2	F3	Benceno	Tolueno	Etilbenceno	Xilenos	Benzo (a) Pireno	Naftaleno	PCB´s
S0104-S012-0,00	12/09/2018	0,00	0,4	339021	9693080	Seca	< 0,6	109,2	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	< 0,0142
S0104-S012-1,00		1,00	1,25				N.A.	N.A.	3579	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0104-S012-2,25		2,25	2,5				N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0104-S013-0,00	12/09/2018	0,00	0,3	339089	9693154	Seca	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0104-S013-1,00		1,00	1,25				N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0104-S013-2,25		2,25	2,5				N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0104-S014-0,40	12/09/2018	0,4	0,5	338998	9693196	Seca	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0104-S014-0,40-DUP[a]		0,4	0,5				N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0104-S014-1,25		1,25	1,5				N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0104-S015-0,00	13/09/2018	0,00	0,4	338860	9693283	Seca	< 0,6	< 1,0	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	< 0,0009	< 0,0006	N.A.
S0104-S015-1,00		1,00	1,25				N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0104-S015-2,25		2,25	2,5				N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0104-S016-0,00	13/09/2018	0,00	0,4	338870	9693188	Seca	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0104-S016-1,00		1,00	1,25				N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0104-S016-2,25		2,25	2,5				N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0104-S017-1,80	16/09/2018	0,00	1,8	339064	9693146	Seca	N.A.	3960	16173	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.

a: Duplicado de Envirotest.
Nota: Los valores que presentan (<) hacen referencia a los límites de detección de la técnica empleada por los laboratorios.
Fuente: informes de ensayo 26379, 52932, 52936, 26375, 52931, 52933 y 52932 Laboratorio ALS, 2018. Informes de ensayo 184437 Envirotest, 2018.

Tabla 3-65. Valores de Parámetros Orgánicos para Suelos, regulados por Normas Internacionales

Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME, 1991)							0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Estación de Muestreo	Fecha	Profundidad (m)		Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Época de Muestreo	Concentración en mg/kg MS						
		Inicial	Final	Este	Norte		Benzo (a) Antraceno	Benzo (b) Fluoranteno	Benzo (k) Fluoranteno	Dibenzo (a,h) Antraceno	Fenantreno	Indeno (1,2,3 cd) Pireno	Pireno
S0104-S001-0,50	15/05/2018	0,00	0,5	338975	9693202	Húmeda	< 0,0009	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009
S0104-S004-0,30	14/05/2018	0,00	0,3	339040	9693083	Húmeda	< 0,0009	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009
S0104-S006-0,50	11/09/2018	0,00	0,7	339047	9693100	Seca	< 0,0009	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009

000165

Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME, 1991)							0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Estación de Muestreo	Fecha	Profundidad (m)		Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Época de Muestreo	Concentración en mg/kg MS						
		Inicial	Final	Este	Norte		Benzo (a) Antraceno	Benzo (b) Fluoranteno	Benzo (k) Fluoranteno	Dibenzo (a,h) Antraceno	Fenantreno	Indeno (1,2,3 cd) Pireno	Pireno
S0104-S009-0,40	15/05/2018	0,00	0,4	338907	9693202	Húmeda	< 0,0009	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009
S0104-S011-0,40	11/09/2018	0,00	0,4	339064	9693161	Seca	< 0,0009	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009
S0104-S015-0,00	13/09/2018	0,00	0,4	338860	9693283	Seca	< 0,0009	< 0,0006	< 0,0006	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009	< 0,0009

Nota: Los valores que presentan (<) hacen referencia a los límites de detección de la técnica empleada por los laboratorios.

Fuente: Informes de ensayo 26379, 26375, 52931 y 52933, Laboratorio ALS, 2018.

Tabla 3-66. Concentración de Metales Totales Regulados por el ECA de Suelos

ECA – Uso de suelo: Agrícola (mg/kg)							50	750	1,4	N/A	0,4	6,6	70
Estación de Muestreo	Fecha	Profundidad (m)		Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Época de Muestreo	Concentración en mg/kg MS						
		Inicial	Final	Este	Norte		Arsénico (As)	Bario (Ba)	Cadmio (Cd)	Cromo (Cr)	Cromo Hexavalente (Cr)	Mercurio Total (Hg)	Plomo (Pb)
S0104-S001-0,50	15/05/2018	0,00	0,5	338975	9693202	Húmeda	< 3,5	67,4	< 0,5	14,9	< 0,2	N.A.	70
S0104-S002-0,00	12/09/2018	0,00	0,25	339024	9693189	Seca	< 3,5	123,4	< 0,5	26,7	N.A.	N.A.	314
S0104-S002-1,25		1,25	1,5				< 3,5	356,4	< 0,5	110	N.A.	N.A.	25
S0104-S002-2,25		2,25	2,5				< 3,5	122,3	< 0,5	21	N.A.	N.A.	70
S0104-S003-0,30	13/09/2018	0,3	0,5	339044	9693161	Seca	< 3,5	115,4	< 0,5	20,9	N.A.	N.A.	128
S0104-S003-0,30-DUP[a]		0,3	0,5				<2,21	95,53	<0,04	<0,03	N.A.	N.A.	156,8
S0104-S003-1,25		1,25	1,5				< 3,5	25,4	< 0,5	24,8	N.A.	N.A.	22
S0104-S004-0,30	14/05/2018	0,00	0,3	339040	9693083	Húmeda	< 3,5	255,2	< 0,5	20,7	N.A.	N.A.	45
S0104-S004-1,40		1,2	1,4				< 3,5	148,9	< 0,5	20,6	N.A.	N.A.	106
S0104-S005-0,00	10/09/2018	0,00	0,4	339017	9693153	Seca	< 3,5	477,3	5,8	50,5	< 0,2	0,18	19
S0104-S005-0,80		0,8	1,00				< 3,5	131,9	4,1	40,9	< 0,2	0,15	193
S0104-S006-0,50	11/09/2018	0,00	0,7	339047	9693100	Seca	< 3,5	91,9	< 0,5	30,3	< 0,2	N.A.	36
S0104-S006-1,10		1,1	1,3				< 3,5	103,4	< 0,5	33,5	< 0,2	N.A.	67
S0104-S006-1,75		1,75	1,9				< 3,5	365,9	< 0,5	8,7	< 0,2	N.A.	11
S0104-S007-0,50	14/05/2018	0,00	0,5	338979	9693141	Húmeda	< 3,5	245,6	< 0,5	10,3	N.A.	0,08	13
S0104-S007-1,60		1,4	1,6				< 3,5	178,4	< 0,5	11,8	N.A.	0,01	12
S0104-S007-2,50		2,3	2,5				< 3,5	23,5	< 0,5	6,3	N.A.	< 0,01	< 2
S0104-S008-0,40	14/05/2018	0,00	0,4	338907	9693257	Húmeda	< 3,5	41,4	< 0,5	17,5	N.A.	N.A.	18
S0104-S008-1,40		1,2	1,4				< 3,5	69,5	< 0,5	14,7	N.A.	N.A.	13
S0104-S008-2,40		2,2	2,4				< 3,5	57	< 0,5	21,1	N.A.	N.A.	21
S0104-S009-0,40	15/05/2018	0,00	0,4	338907	9693202	Húmeda	< 3,5	75,8	< 0,5	5,5	< 0,2	0,08	11

000166

ECA – Uso de suelo: Agrícola (mg/kg)							50	750	1,4	N/A	0,4	6,6	70
Estación de Muestreo	Fecha	Profundidad (m)		Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Época de Muestreo	Concentración en mg/kg MS						
		Inicial	Final	Este	Norte		Arsénico (As)	Bario (Ba)	Cadmio (Cd)	Cromo (Cr)	Cromo Hexavalente (Cr)	Mercurio Total (Hg)	Plomo (Pb)
S0104-S009-2,00		1,8	2,00				< 3,5	115,7	< 0,5	4,9	< 0,2	0,01	< 2
S0104-S009-2,80		2,6	2,8				< 3,5	149,7	< 0,5	< 0,9	< 0,2	< 0,01	< 2
S0104-S010-0,25		0,25	0,5				< 3,5	102,8	< 0,5	12,7	N.A.	0,17	8
S0104-S010-1,00	11/09/2018	1,00	1,25	338978	9693211	Seca	< 3,5	58,8	< 0,5	10,8	N.A.	0,11	9
S0104-S010-2,25		2,25	2,5				< 3,5	102,7	< 0,5	21,2	N.A.	0,13	10
S0104-S011-0,40		0,00	0,4				< 3,5	233,9	< 0,5	48,8	< 0,2	N.A.	12
S0104-S011-1,50	11/09/2018	1,5	1,7	339064	9693161	Seca	< 3,5	44,4	< 0,5	18,4	< 0,2	N.A.	13
S0104-S011-2,25		2,25	2,4				< 3,5	28,8	< 0,5	26,9	N.A.	N.A.	27
S0104-S012-0,00		0,00	0,4				< 3,5	100,2	2,2	49,1	N.A.	N.A.	170
S0104-S012-1,00	12/09/2018	1,00	1,25	339021	9693080	Seca	< 3,5	163,9	< 0,5	72,8	N.A.	N.A.	23
S0104-S012-2,25		2,25	2,5				< 3,5	126,6	< 0,5	123,4	N.A.	N.A.	31
S0104-S013-0,00		0,00	0,3				< 3,5	106,4	< 0,5	26,5	N.A.	N.A.	198
S0104-S013-1,00	12/09/2018	1,00	1,25	339089	9693154	Seca	< 3,5	35,7	< 0,5	29,5	N.A.	N.A.	19
S0104-S013-2,25		2,25	2,5				< 3,5	31,7	< 0,5	31,1	N.A.	N.A.	22
S0104-S014-0,40		0,4	0,5				< 3,5	40	< 0,5	17,7	N.A.	N.A.	25
S0104-S014-0,40-DUP[a]	12/09/2018	0,4	0,5	338998	9693196	Seca	<2,21	58,75	<0,04	<0,03	N.A.	N.A.	52,40
S0104-S014-1,25		1,25	1,5				< 3,5	80	< 0,5	48,1	N.A.	N.A.	124
S0104-S015-0,00		0,00	0,4				< 3,5	40,1	< 0,5	17,2	N.A.	N.A.	18
S0104-S015-1,00	13/09/2018	1,00	1,25	338860	9693283	Seca	< 3,5	45	< 0,5	18,4	N.A.	N.A.	20
S0104-S015-2,25		2,25	2,5				11.6	53,8	< 0,5	16,8	N.A.	N.A.	13
S0104-S016-0,00		0,00	0,4				88,2	68,9	2,9	40,5	N.A.	N.A.	62
S0104-S016-1,00	13/09/2018	1,00	1,25	338870	9693188	Seca	< 3,5	44	< 0,5	34,2	N.A.	N.A.	20
S0104-S016-2,25		2,25	2,5				< 3,5	73,1	< 0,5	72,6	N.A.	N.A.	19
S0104-S017-1,80	16/09/2018	0,00	1,8	339064	9693146	Seca	< 3,5	166,8	< 0,5	22,7	N.A.	N.A.	63

a: Duplicado de Envirotest.

Nota: Los valores que presentan (<) hacen referencia a los límites de detección de la técnica empleada por los laboratorios.

Fuente: informes de ensayo 26379, 52932, 52936, 26375, 52931, 52933 y 52932 Laboratorio ALS, 2018. Informes de ensayo 184437 Envirotest, 2018.

Tabla 3-67. Concentración de Metales Totales por TCLP

Code of Federal Regulations of USA, title 40 Part 261 Subpart C § 261.24							5	100	1	5	0,2	5
Estación de Muestreo	Fecha	Profundidad (m)		Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Época de Muestreo	Concentración en mg/L					
		Inicial	Final	Este	Norte		Arsénico (As)	Bario (Ba)	Cadmio (Cd)	Cromo (Cr)	Mercurio (Hg)	Plomo (Pb)
S0104-S003-0,30	13/09/2018	0,3	0,5	339044	9693161	Seca	< 0,02	1,115	< 0,0015	< 0,0040	< 0,0001	< 0,02

Nota: Los valores que presentan (<) hacen referencia a los límites de detección de la técnica empleada por los laboratorios.
Fuente: informes de ensayo 52936 Laboratorio ALS, 2018.

000168

3.6.2. Descripción de los Resultados de Campo y Laboratorio para Aguas Subterráneas

Para determinar la presencia de agua subterránea, se realizó un análisis de información secundaria a nivel de geología regional y local y puntualmente en la zona se realizaron perforaciones exploratorias con equipo mecánico helicoidal, acompañado de un estudio de Sondaje Eléctrico Vertical, direccionado según los estudios hidrogeológicos consultados a nivel regional y local. Los informes de Geología e interpretación y resultados de este Sondeo Eléctrico Vertical se encuentran en el **Anexo 6.11,** del presente documento.

3.6.2.1. *Descripción de Resultado de Campo*

Se realizaron perforaciones exploratorias para determinar el perfil litológico del área de interés y establecer la probabilidad que los contaminantes de preocupación estén migrando hacia los sustratos inferiores.

Las perforaciones exploratorias se desarrollaron en el perímetro externo del área impactada, para minimizar el riesgo de migración de posibles contaminantes hacia el acuífero o hacia mayores profundidades a través de fracturas hidráulicas que se pudiesen generar durante la perforación.

El procedimiento que se siguió para llevar a cabo la búsqueda de agua subterránea en el perímetro del Sitio S0104 (Botadero km 2) fue:

a. Evaluación de Sondaje Eléctrico Vertical (SEV)
b. Perforación exploratoria
c. Construcción de un piezómetro

3.6.2.1.1. Evaluación de Estudio de Sondaje Eléctrico Vertical (SEV)

Se determinó el parámetro de distribución de resistividad en diferentes profundidades del suelo, mediante la inyección de corriente eléctrica en el subsuelo – Sondeo Eléctrico vertical – SEV en cuatro (4) puntos.

En la **Tabla 3-68**, se relacionan las coordenadas en donde se realizaron los Sondeos Eléctricos Verticales.

Tabla 3-68. Coordenadas de los Sondeos Eléctricos Verticales

Sitio Impactado		SEV	Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S	
CÓD. OEFA	FONAM		Este	Norte
S0104	Botadero km 2	1	338943	9693085
		2	339008	9693218
		3	338993	9693170
		4	338825	9693223

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Los informes de geología e interpretación y resultados de este Sondeo Eléctrico Vertical se encuentran en el **Anexo 6.11.2**, del presente documento.

En la **Figura 3-17**, se presenta la ubicación de estos puntos evaluados.

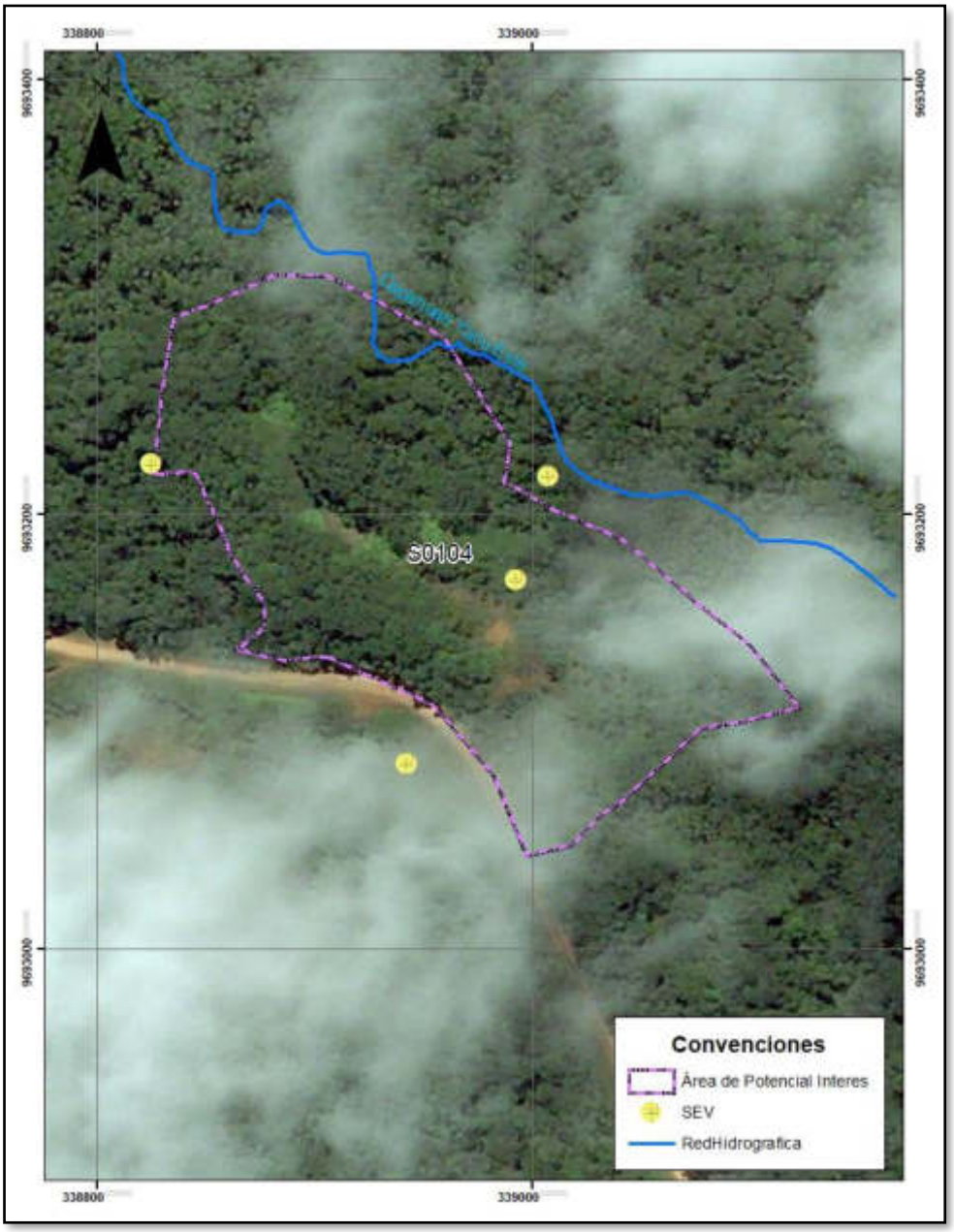


Figura 3-17. Ubicación de SEV para el Sitio S0104 (Botadero km 2)
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.6.2.1.2. Perforación Exploratoria de Aguas Subterráneas

Utilizando la información de los Sondeos Eléctricos Verticales (SEV) y verificando la topografía del área, se realizaron en campo las perforaciones exploratorias para confirmar la litología del suelo y determinar la posible afectación en la capa freática en el área del Sitio S0104 (Botadero km 2).

Las perforaciones exploratorias se realizaron en época húmeda con un equipo de perforación helicoidal.

La ubicación, descripción y el perfil litológico de la perforación se presenta en la **Tabla 3-69**.

Tabla 3-69. Datos de las Perforaciones Exploratorias, para el Sitio S0104 (Botadero km 2)

Fecha	Sitio Impactado		Código agua subterránea	Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Altitud (m.s.n.m.)	Profundidad del pozo (m)	Observaciones
	CÓD. OEFA	FONAM		Este	Norte			
07-may	S0104	Botadero km 2	S0104-PZ-01	338942	9693080	231	11	No se encuentra agua de infiltración
08-may			S0104-PZ-02	339069	9693174	230	10	Se encuentra un acuífero y se construye un piezómetro
10-may			S0104-PZ-03	338800	9693272	228	8.80	No se encuentra agua de infiltración

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

La ubicación de los pozos exploratorios y del piezómetro se presenta en la **Figura 3-18.**

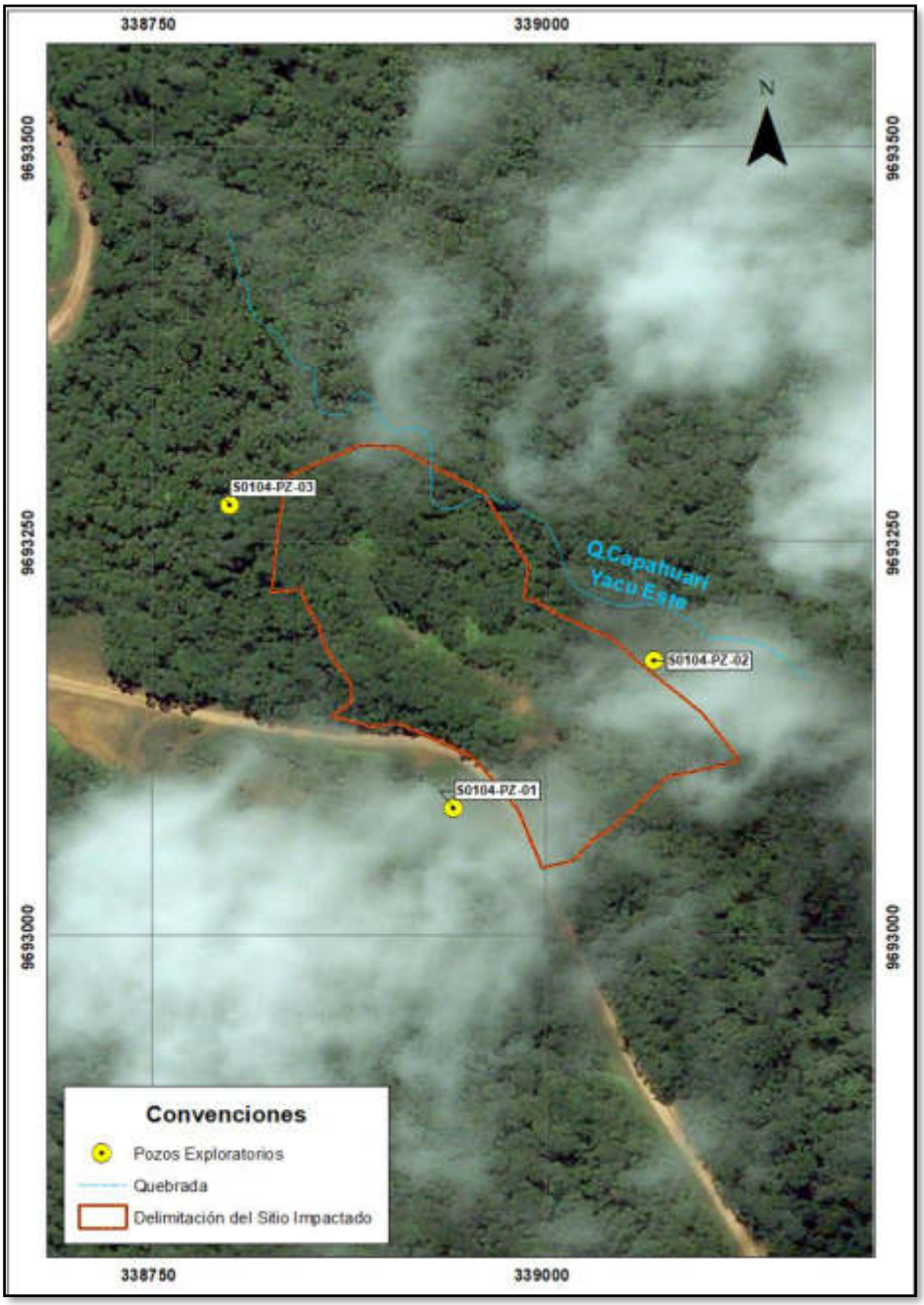
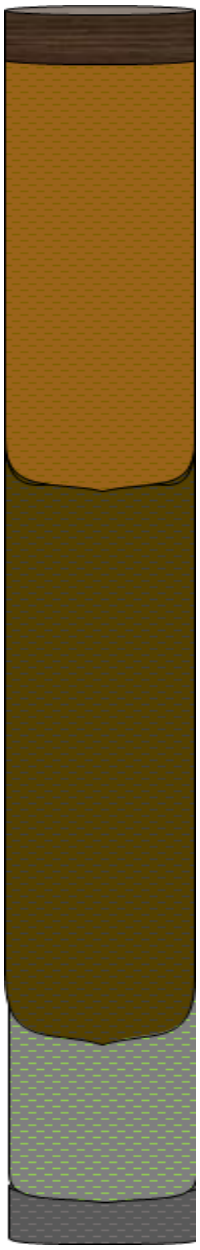


Figura 3-18. Ubicación de los Pozos Exploratorios y del Piezómetro
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Tabla 3-70**, se detallan las características y el perfil litológico del pozo exploratorio S0104-PZ-01.

Tabla 3-70. Perfil Litológico del Pozo Exploratorio, S0104-PZ-01

Profundidad (cm)	Espesor (cm)	Columna litológica	Color	Descripción
0-40	40		7.5 *YR-3/3 Dark Brown.*	Top soil, material orgánico, húmedo y suelto.
40-440	400		*10 YR-4/4 Dark yellowish Brown*	Secuencia de limos, suelta y húmeda.
440-940	500		7.5 *YR-3/3 Dark Brown*	Secuencia de limos con arenas, sueltas, muy húmedas.
940-1080	140		*5GY 6/2 Laight grayish green*	Secuencia de arcillas, moderadamente compacta y húmeda.
1080-1100	20		Gkey 1-6/1 Gray.	Secuencia de arcillas, compacta y ligeramente húmeda.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Tabla 3-71**, se detallan las características y el perfil litológico del pozo exploratorio S0104-PZ-02.

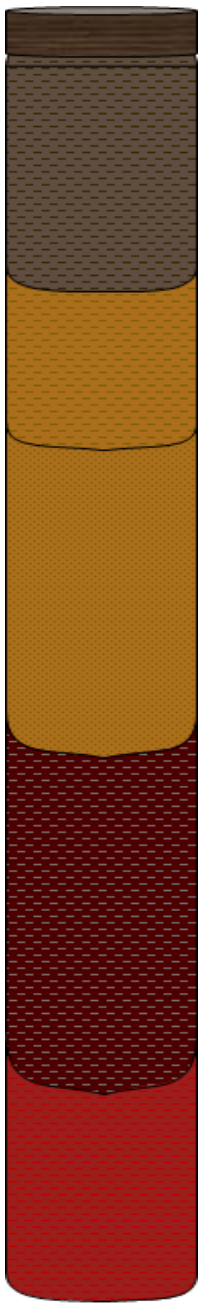
Tabla 3-71. Perfil Litológico del Pozo Exploratorio, S0104-PZ-02

Profundidad (cm)	Espesor (cm)	Columna litológica	Color	Descripción
0-10	10		7.5 *YR-3/3 Dark Brown.*	Top soil, material orgánico, húmedo y suelto.
10-50	40		*7.5 YR – 6/8 Reddish yellow*	Secuencia de limos, suelta y húmeda.
50-200	150			Secuencia de limos ligeramente compacta, húmeda.
200-400	200		*2.5 YR – 3/6 Dark Red*	Secuencia de limos con arcillas, ligeramente compacta y húmedas.
				Secuencia de limos con arcillas, sueltas, mojadas.
400-420	20		10 R 5/8 Red	Secuencia de arcillas, moderadamente compacta y húmeda.
420-840	420		10 R 5/8 Red	Secuencia de limos con arenas, sueltas y mojadas.
840-1000	160		Gkey 1-8/1 Light Greenish Gray.	Secuencia de arcillas, compacta y húmeda.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Tabla 3-72**, se detallan las características y el perfil litológico del pozo exploratorio S0104-PZ-03.

Tabla 3-72. Perfil Litológico del Pozo Exploratorio, S0104-PZ-03.

Profundidad (cm)	Espesor (cm)	Columna litológica	Color	Descripción
0-20	20		7.5 *YR-3/3 Dark Brown.*	Top soil, material orgánico, húmedo y suelto.
20-160	140		*7.5 YR-4/3 Brown*	Secuencia de limos, suelta y húmeda.
160-240	80		*10 YR – 5/6 Yellowish Brown*	Secuencia de limos sueltos muy húmedos.
240-500	260		*10 YR – 5/6 Yellowish Brown*	Secuencia de limos con arenas moderadamente compacta y húmedas.
500-720	220		*2.5 R – 3/8 Dark Red*	Secuencia de arcillas con arenas, ligeramente compacta y húmedas.
720-840	160		7.5 R 5/8 Red	Secuencia de arcillas, moderadamente compacta y húmeda.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cada perfil estratigráfico encontrado durante el desarrollo de las perforaciones exploratorias, se caracterizó. Se registraron en un formato los datos importantes de la perforación realizada como la profundidad, la descripción de la columna litológica, el tipo de suelo, etc.

Después de analizar las características geológicas de cada pozo construido y al encontrar capas continuas de arcilla en los pozos S0104-PZ-001 y S0104-PZ-003, se procedió a sellar los pozos, para los cual los sustratos de suelo se depositaron nuevamente en el pozo en el mismo orden en que fueron removidos, clausurando de esta manera el pozo.

En el pozo S0104-PZ-002, se construyó un piezómetro debido a que las secuencias de suelo son definidas y están conformadas por materiales inalteradas sin disturbar, se encontraron capas de limos con arenas saturadas con agua.

Estos datos obtenidos, así como el registro fotográfico se presentan en el **Anexo 6.5.2.**

3.6.2.1.3. Construcción de Piezómetros

Se procedió a la construcción de un piezómetro en el Sitio S0104 (Botadero km 2), debido a que durante la perforación se encontraron capas de limos con arenas sin disturbar con una recarga continua de aguas subterráneas.

Durante la fase de desarrollo del piezómetro se realizó una descripción geológica del material excavado y del perfil litológico.

El revestimiento del piezómetro se realizó con tubería de PVC y se utilizó grava silícea como material filtrante, para el sellamiento del pozo se empleó bentonita.

A continuación, se presenta el diseño de los piezómetros:

Durante la fase de desarrollo del piezómetro se realizó una descripción geológica del material excavado y del perfil litológico.

El revestimiento del piezómetro se realizó con tubería de PVC y se utilizó grava silícea como material filtrante, para el sellamiento del pozo se empleó bentonita.

En la **Figura 3-19**, se presenta el diseño del piezómetro S0104-PZ-02.

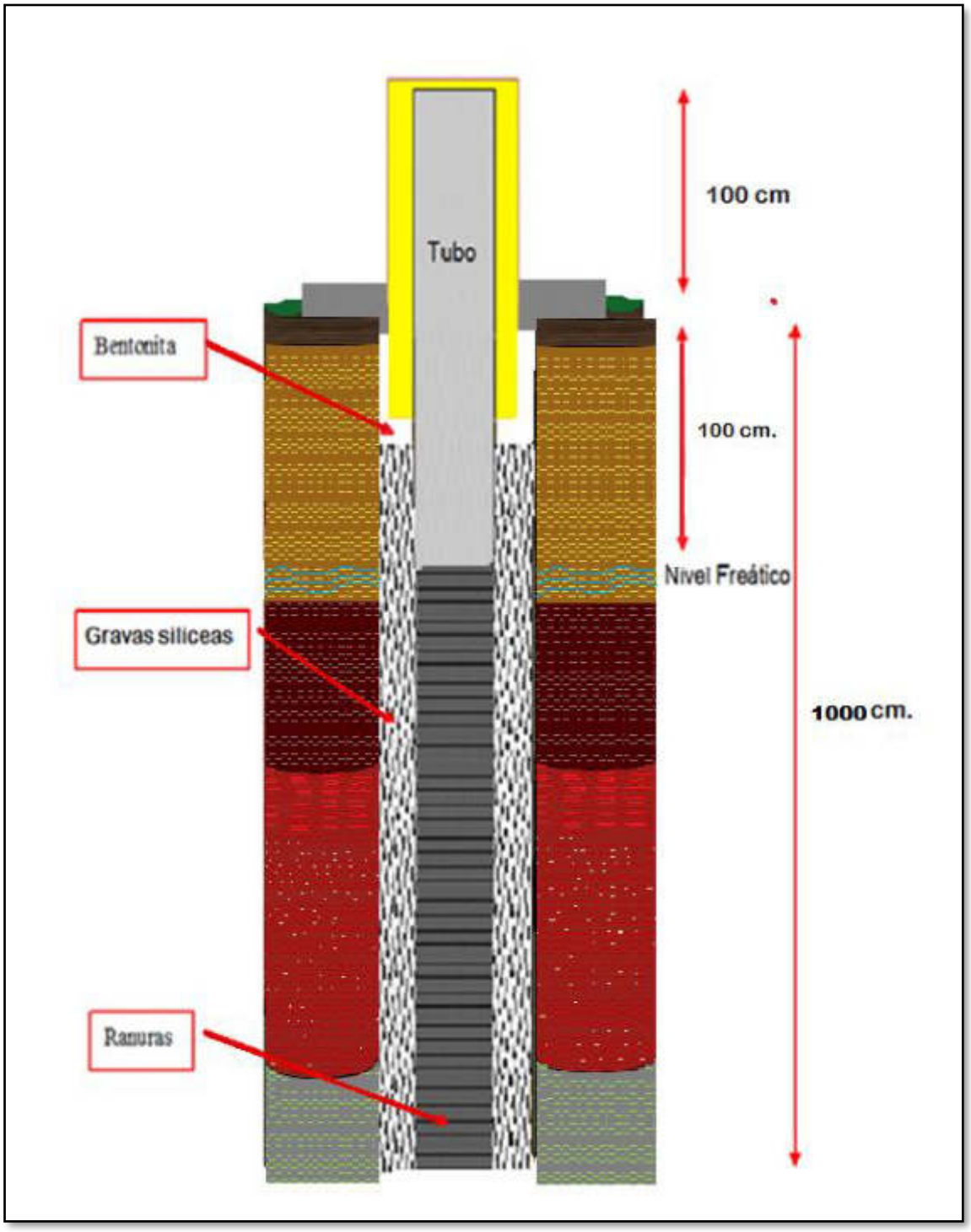


Figura 3-19. Diseño del Piezómetro S0104-PZ-02
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

La ficha de construcción del piezómetro, se presenta en el **Anexo 6.5.2.**

Con la sonda de interfase se realizó una medición para establecer si existía una interfase aceite-agua, no se registró ningún cambio de densidad en el espejo de agua, la fase del agua es continúa no existe ninguna película oleosa dispersa.

En la **Tabla 3-73**, se presentan las coordenadas y la profundidad del piezómetro construido.

Tabla 3-73. Características y Descripción de Piezómetros

Fecha de construcción	Sitio Impactado		Pozo Perforación	Coordenadas UTM WG		Profundidad Total (m)	Cota de Terreno (m.s.n.m.)	Cota a Boca de Tubo (m.s.n.m.)
	CÓD. OEFA	FONAM		Este	Norte			
08/05/2018	S0104	Botadero km 2	S0104 Asub002	339069	9693174	10,0	230	230

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

La ubicación del piezómetro se presenta en la **Figura 3-20**.

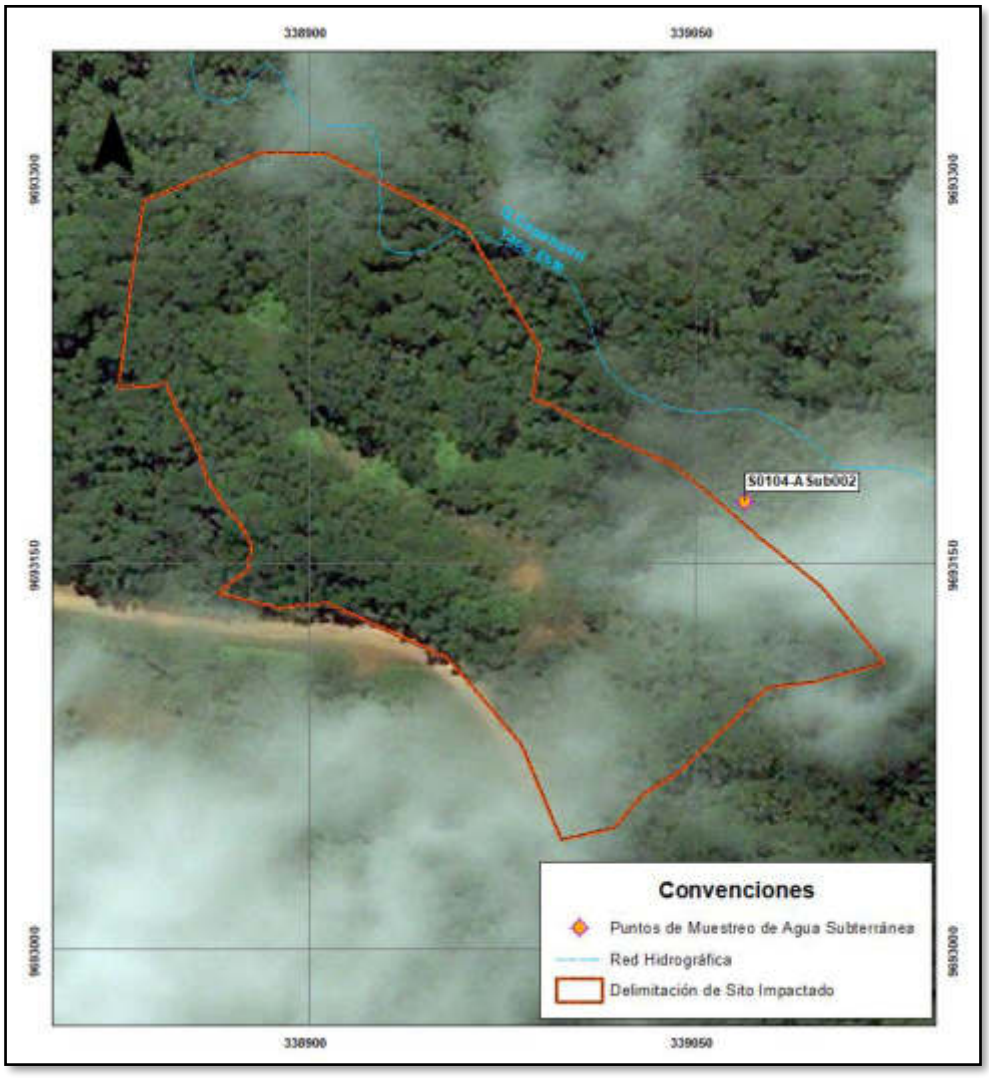


Figura 3-20. Ubicación del Piezómetro

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.6.2.1.4. Conductividad, Oxígeno Disuelto, Potencial de Hidrógeno, Potencial de Óxido-Reducción, Temperatura de la Muestra, Turbidez, Nivel freático

En la **Tabla 3-74**, se presentan los datos registrados en campo de los parámetros de Conductividad, Oxígeno disuelto, potencial de Hidrógeno, potencial de óxido-reducción, Temperatura de la muestra,

Turbidez, Nivel freático estos parámetros fueron medidos en época húmeda y época seca (menos húmeda).

Tabla 3-74. Parámetros de Agua Subterránea medidos *in situ*

Punto de Muestreo	Fecha	Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Época de Muestreo	Conductividad	Oxígeno Disuelto	pH	Potencial de Óxido - Reducción	Temperatura	Turbidez	Prof. del Nivel Freático
		Este	Norte		(µS/cm)	(mg/L)	(UpH)	mV	(°C)	(NTU)	(mbbp1)
S0104-Asub002	17/05/2018	339069	9693174	Húmeda	165,1	4,69	5,53	279,6	26,3	25,7	N.A.
S0104-Asub002	22/09/2018	339069	9693174	Seca	86,8	7,47	4,99	473	26	5,69	2,27

Nota: El punto S0104-Asub001 es el mismo punto S0104-Asub002, por error de codificación se identificó en diferentes coordenadas para las épocas.

Fuente: Informes de ensayo 26239 y 53681 laboratorio ASL, 2018.

3.6.2.2. *Descripción de los Resultados de Laboratorio*

Se tomaron muestras de agua subterránea en época húmeda y seca (menos húmeda) para ser analizadas en laboratorio.

3.6.2.2.1. Cloruros

En la **Tabla 3-75**, se presenta la concentración del parámetro fisicoquímico de Cloruros.

3.6.2.2.2. Hidrocarburos totales de Petróleo (C9-C40)

Los resultados reportados en las estaciones de muestreo de agua subterránea para hidrocarburos totales de petróleo se presentan en la **Tabla 3-76**.

3.6.2.2.3. Compuestos Orgánicos Volátiles (BTEX's)

Los resultados reportados en las estaciones de muestreo de agua subterránea para compuestos orgánicos volátiles Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xilenos se prenotan en la **Tabla 3-76**.

3.6.2.2.4. Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAH's)

Los hidrocarburos aromáticos policíclicos, serán analizados según la norma internacional la Norma Holandesa. Soil Remediation Circular 2013, Versión De julio 2013 (mg/L), Los PAH's que se analizaran bajo esta normatividad son: Antraceno, Benzo (a) Antraceno, Benzo (a) Pireno, Benzo (g,h,i) Perileno, Benzo (k) Fluoranteno, Criseno, Fenantreno, Indeno (1,2,3 cd) Pireno y Naftaleno, se presentan en la **Tabla 3-77.**

3.6.2.2.5. Bifenilos policlorados (PCBs)

El resultado reportado en las estaciones de muestreo de agua subterránea para Bifenilos Policlorados se presenta en la **Tabla 3-76**.

3.6.2.2.6. Metales Totales

En la **Tabla 3-78**, se presentan las concentraciones de metales totales de Arsénico, Bario, Cadmio, Cromo, Cromo hexavalente, Mercurio y Plomo.

3.6.2.2.7. Metales Disueltos

En la **Tabla 3-79**, se presentan las concentraciones de metales disueltos de Arsénico, Bario, Cadmio, Cromo, Mercurio y Plomo.

Tabla 3-75. Concentración de Cloruros en Agua Subterránea

Norma Holandesa: Soil Remediation Circular 2013 (mg/L)					100
Punto de muestreo	Fecha	Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Época de Muestreo	Concentración (mg/L)
		Este	Norte		Cloruros
S0104-Asub002	17/05/2018	339003	9693166	Húmeda	10,85
S0104-Asub002	22/09/2018	339069	9693174	Seca	8,63

Fuente: Informes de ensayo 26239 y 53681 laboratorio ASL, 2018.

Tabla 3-76. Concentración de Compuestos Orgánicos: HTP, BTEX, PCB en Agua Subterránea

Soil Remediation Circular 2013					0.6	0.03	1	0.15	0.07	0,000014
Punto de muestreo	Fecha	Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Época de Muestreo	Concentración en mg/L					
		Este	Norte		Hidrocarburos Totales de Petróleo (C9-C40)	Benceno	Tolueno	Etilbenceno	Xilenos	PCB Total
S0104-Asub002	17/05/2018	0339003	9693166	Húmeda	0.23	< 0,001	< 0,002	< 0,002	< 0,006	N.A.
S0104-Asub002	22/09/2018	0339069	9693174	Seca	< 0,0008	< 0,001	< 0,002	< 0,002	N.A.	< 0,000002

Nota: Los valores que presentan (<) hacen referencia a los límites de detección de la técnica empleada por los laboratorios.

Fuente: Informes de ensayo 26239 y 53681 laboratorio ASL, 2018.

Tabla 3-77. Concentración de Compuestos Orgánicos PAH's

Norma Holandesa: Soil Remediation Circular 2013 (mg/L)					0,005	0,0005	0,00005	0,00005	0,00005	0,0002	0,005	0,0001	0,00005	0,07
Punto de Muestreo	Fecha	Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Época de Muestreo	Concentración en mg/L									
		Este	Norte		Antraceno	Benzo (a) Antraceno	Benzo (a) Pireno	Benzo (g,h,i) Perileno	Benzo (k) Fluoranteno	Criseno	Fenantreno	Fluoranteno	Indeno (1,2,3 cd) Pireno	Naftaleno
S0104-Asub002	17/05/2018	339003	9693166	Húmeda	< 0,000016	< 0,000009	< 0,000013	< 0,000009	< 0,000009	< 0,000013	< 0,000016	< 0,000016	< 0,000016	< 0,000009
S0104-Asub002	22/09/2018	339069	9693174	Seca	< 0,000016	< 0,000009	< 0,000013	< 0,000009	< 0,000009	< 0,000013	< 0,000016	< 0,000016	< 0,000016	< 0,000009

Nota: Los valores que presentan (<) hacen referencia a los límites de detección de la técnica empleada por los laboratorios.

Fuente: Informes de ensayo 26239 y 53681 laboratorio ASL, 2018.

Tabla 3-78. Concentración de Metales Totales (As, Ba, Cd, Cr, Cr VI, Hg, Pb) en Agua Subterránea

Soil Remediation Circular 2013					0.06	0.625	0.006	0.03	N/A	0.0003	0.075
Punto de muestreo	Fecha	Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Época de Muestreo	Concentración en mg/L						
		Este	Norte		Arsénico (As)	Bario (Ba)	Cadmio (Cd)	Cromo (Cr)	Cromo Hexavalente (Cr VI)	Mercurio (Hg)	Plomo (Pb)
S0104-Asub002	17/05/2018	0339003	9693166	Húmeda	0.00043	0,2663	0,00107	< 0,0001	N.A.	< 0,00003	0,0014

Soil Remediation Circular 2013					0.06	0.625	0.006	0.03	N/A	0.0003	0.075
Punto de muestreo	Fecha	Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Época de Muestreo	Concentración en mg/L						
		Este	Norte		Arsénico (As)	Bario (Ba)	Cadmio (Cd)	Cromo (Cr)	Cromo Hexavalente (Cr VI)	Mercurio (Hg)	Plomo (Pb)
S0104-Asub002	22/09/2018	0339069	9693174	Seca	< 0,00003	0,1075	0,0003	< 0,0001	< 0,002	< 0,00003	0,0014

Nota: Los valores que presentan (<) hacen referencia a los límites de detección de la técnica empleada por los laboratorios.

Fuente: Informes de ensayo 26239 y 53681 laboratorio ASL, 2018.

Tabla 3-79. Concentración de Metales Totales Disueltos (As, Ba, Cd, Cr, Hg y Pb) en Agua Subterránea

Norma Holandesa: Soil Remediation Circular 2013					0,06	0,625	0,006	0,03	0,0003	0,075
Punto de Muestreo	Fecha	Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Época de Muestreo	Concentración en mg/L					
		Este	Norte		Arsénico Disuelto (As)	Bario Disuelto (Ba)	Cadmio Disuelto (Cd)	Cromo Disuelto (Cr)	Mercurio Disuelto (Hg)	Plomo Disuelto (Pb)
S0104-Asub002	17/05/2018	339003	9693166	Húmeda	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
S0104-Asub002	22/09/2018	339069	9693174	Seca	< 0,00003	0,1033	0,00027	< 0,0001	< 0,00003	< 0,0002

Nota: Los valores que presentan (<) hacen referencia a los límites de detección de la técnica empleada por los laboratorios.

Fuente: Informes de ensayo 26239 y 53681 laboratorio ASL, 2018.

3.6.3. Descripción de los Resultados de Campo y Laboratorio de Aguas Superficiales

El muestreo de aguas superficiales se llevó a cabo según el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA) y se realizó solamente en época húmeda en dos cuerpos de agua porque estos son estacionales.

En la **Figura 3-21**, se indica la ubicación de los cuerpos de agua que discurren a través del Sitio S0104 (Botadero km 2).

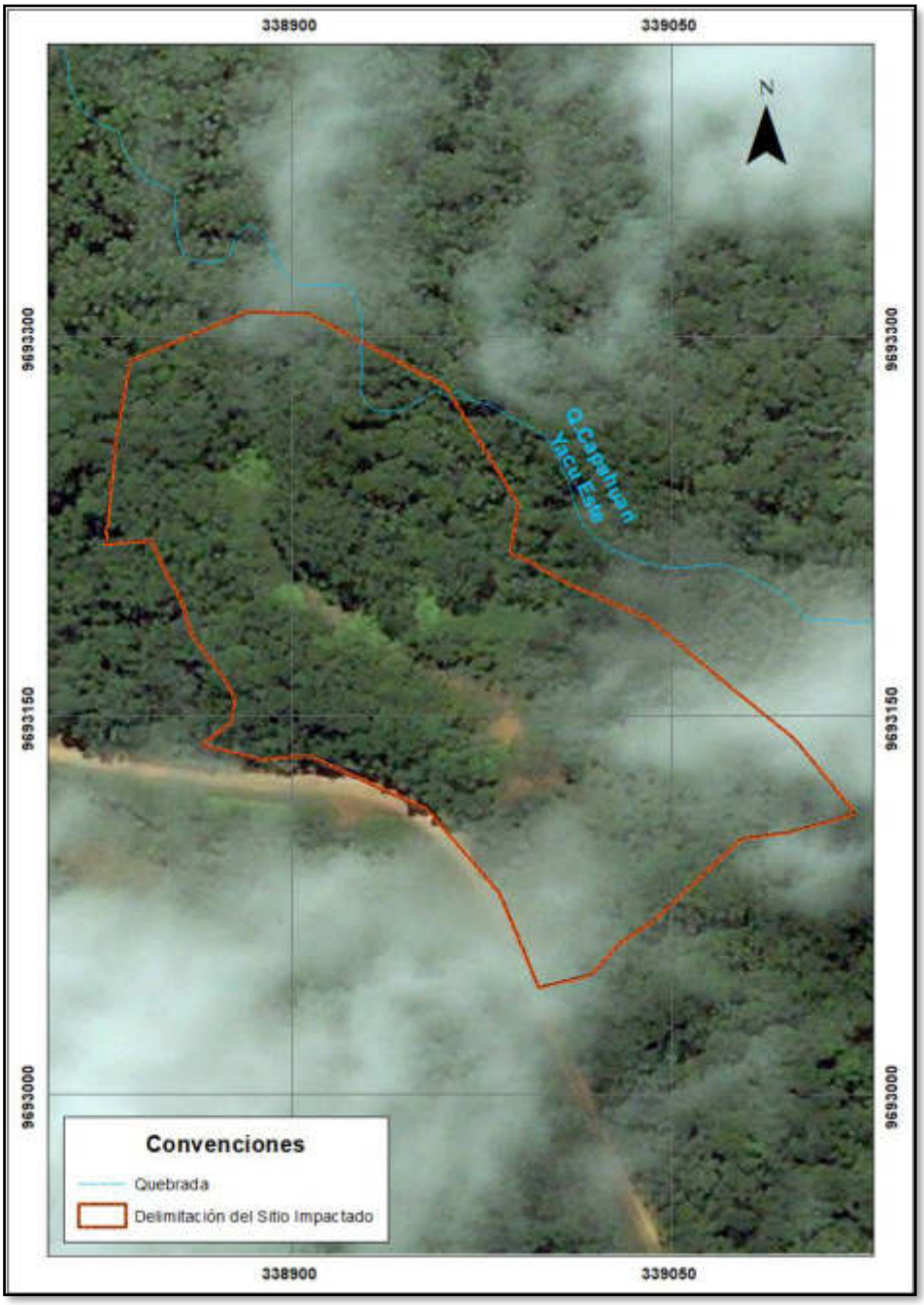


Figura 3-21. Cuerpos hídricos del Sitio S0104 (Botadero km 2)
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.6.3.1. *Descripción de Resultados de Campo*

Los parámetros físico químicos que se evaluaron *in situ* fueron el potencial de Hidrógeno, Temperatura, Conductividad, Oxígeno disuelto, Turbidez. En el **Anexo 6.5.1,** se presentan las cadenas de custodia.

3.6.3.1.1. Potencial de Hidrógeno (pH), Temperatura, Conductividad y Oxígeno Disuelto, Potencial Oxido-Reducción, Temperatura de Muestra y turbidez

En la **Tabla 3-80,** se presentan los parámetros de pH, Temperatura, Conductividad, Oxígeno disuelto y Turbidez, los cuales fueron medidos *in situ;* el potencial de Oxido-Reducción en época húmeda se determinó en Laboratorio y en época seca (menos húmeda), se midió *in situ*.

3.6.3.2. *Descripción de los Resultados de Laboratorio*

Los reportes con los parámetros evaluados por el laboratorio se encuentran en el **Anexo 6.10.**

3.6.3.2.1. Aceites y Grasas, Cloruros, Fenoles y Sulfuros

En la **Tabla 3-81**, se presentan los resultados reportados para aguas superficiales de aceites y grasas, Cloruros, Fenoles y Sulfuros.

3.6.3.2.2. Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP)

En la Tabla 3-82, se presentan los resultados de hidrocarburos totales de petróleo (C9-C40).

3.6.3.2.3. Compuestos Orgánicos Volátiles (BTEX)

La concentración del Benceno, la cual está regulada por el ECA se presenta en la **Tabla 3-82.**

La concentración del Tolueno, Etilbenceno y Xilenos en Agua superficial, la cual está regulada por *Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)*, se presenta en la **Tabla 3-83**.

3.6.3.2.4. Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAH's)

La concentración del Antraceno, Benzo (a) Pireno y Fluoranteno regulados por el D.S. Nº 004-2017-MINAM se presentan en la **Tabla 3-82**.

La concentración de los hidrocarburos aromáticos policíclicos como el Acenafteno, Acenaftileno, Benzo (a) Antraceno, Benzo (b) Fluoranteno, Benzo (g,h,i) Perileno, Benzo (k) Fluoranteno, Criseno, Dibenzo (a,h) Antraceno, Fenantreno, Fluoreno, Indeno (1,2,3 cd) Pireno, Naftaleno y Pireno fueron determinadas por cromatografía, estando reguladas por Normatividad internacional. Las concentraciones se presentan en **Tabla 3-83** y **Tabla 3-84**.

3.6.3.2.5. Metales Totales

Las concentraciones de Arsénico (As), Bario (Ba), Cromo hexavalente (Cr VI), Cobre (Cu), Mercurio (Hg), Níquel (Ni), Plomo (Pb) y Zinc (Zn) están regulados por el D.S. Nº 004-2017-MINAM, que reglamenta los Estándares de Calidad Ambiental para el Agua. Estas concentraciones se presentan en la **Tabla 3-85**.

La concentración del Cadmio, la cual fue determinada por cromatografía y está regulada por "*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia",* se presenta en la **Tabla 3-85**.

Tabla 3-80. Parámetros Físico Químicos en Aguas Superficiales: Conductividad, Oxígeno Disuelto, pH, Potencial Óxido-Reducción, Temperatura de Muestra y Turbidez

ECAS – Agua Superficial, categoría 4 (ríos de selva)					1000	≥5	6,5 a 9,0	N.A	Δ 3
Estación de Muestreo	Fecha	Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Época de Muestreo	Conductividad	Oxígeno Disuelto	pH	Potencial de Óxido - Reducción*	Temperatura de la Muestra
		Este	Norte		µS/cm	mg/L	Unidades pH	mV	ºC
S0104-AS001	08/05/2018	339149	9693173	Húmeda	13,5	1,48	5,1	466,2	23,8
S0104-AS002	08/05/2018	338868	9693328	Húmeda	12,7	0,62	4,74	467,2	23,9

***El potencial de Oxido-Reducción se determinó en Laboratorio en época húmeda y en época seca (menos húmeda) se midió *in situ*.
Nota: El cuerpo de agua se encontraba seco, la muestra no presenta condiciones para realizar el muestreo, ver informe de ensayo 53686 de laboratorio ALS, 2018.
Fuente: Informes de ensayo 24630 y 53686 Laboratorio ALS, 2018.

Tabla 3-81. Concentración de Aceites y Grasas, Cloruros, Fenoles y Sulfuros

ECAS – Agua Superficial, categoría 4 (ríos de selva)					5	--	2,56	0,002
Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)					--	120	--	--
Estación de Muestreo	Fecha	Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Época de Muestreo	Concentración en mg/L			
		Este	Norte		Aceites y Grasas	Cloruros	Fenoles	Sulfuros
S0104-AS001	08/05/2018	339149	9693173	Húmeda	< 1,0	2,02	< 0,001	< 0,001
S0104-AS002	08/05/2018	338868	9693328	Húmeda	< 1,0	2,14	< 0,001	< 0,001

Nota: Los valores reportados que presentan (<) hacen referencia a los límites de detección de la técnica empleada por los laboratorios.
Nota: El cuerpo de agua se encontraba seco, la muestra no presenta condiciones para realizar el muestreo, ver informe de ensayo 53686 de laboratorio ALS, 2018.
Fuente: Informes de ensayo 24630 y 53686 Laboratorio ALS, 2018.

000184

Tabla 3-82. Valores de Parámetros Orgánicos Regulados por el ECA para Agua Superficial

ECAS – Agua Superficial, categoría 4 (ríos de selva)					0.5	0.05	0.0004	0.0001	0.001
Punto de muestreo	Fecha	Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Época de Muestreo	Concentración en mg/L				
		Este	Norte		Hidrocarburos Totales de Petróleo (C9-C40)	Benceno	Antraceno	Benzo (a) Pireno	Fluoranteno
S0104-AS001	08/05/2018	339149	9693173	Húmeda	< 0,01	< 0,001	< 0,000016	< 0,000013	< 0,000016
S0104-AS002	08/05/2018	338868	9693328	Húmeda	< 0,01	< 0,001	< 0,000016	< 0,000013	< 0,000016

Nota: El cuerpo de agua se encontraba seco, la muestra no presenta condiciones para realizar el muestreo, ver informe de ensayo 53686 de laboratorio ALS, 2018.
Nota: Los valores reportados que presentan (<) hacen referencia a los límites de detección de la técnica empleada por los laboratorios.
Fuente: Informes de ensayo 24630 y 53686 Laboratorio ALS, 2018.

Tabla 3-83. Valores de Parámetros Orgánicos de Agua Superficial Regulados por Normas Internacionales

Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)					0,0005	0,09	0,03	----	----	0,000018	----	----
Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia					--	--	--	0,0058	0,0046	----	----	0,00017
Reglamento de Estándares de Calidad de Agua de Puerto Rico (2016)					--	--	--	----	----	----	0,000038	----
Punto de Muestreo	Fecha	Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Época de Muestreo	Concentración en mg/L							
		Este	Norte		Tolueno	Etilbenceno	Xilenos	Acenafteno	Acenaftileno	Benzo (a) Antraceno	Benzo (b) Fluoranteno	Benzo (g,h,i) Perileno
S0104-AS001	08/05/2018	339149	9693173	Húmeda	< 0,002	< 0,002	< 0,006	< 0,000013	< 0,000013	< 0,000009	< 0,000016	< 0,000009
S0104-AS002	08/05/2018	338868	9693328	Húmeda	< 0,002	< 0,002	< 0,006	< 0,000013	< 0,000013	< 0,000009	< 0,000016	< 0,000009

Nota: El cuerpo de agua se encontraba seco, la muestra no presenta condiciones para realizar el muestreo, ver informe de ensayo 53686 de laboratorio ALS, 2018.
Nota: Los valores reportados que presentan (<) hacen referencia a los límites de detección de la técnica empleada por los laboratorios.
Fuente: Informes de ensayo 24630 y 53686 Laboratorio ALS, 2018.

Tabla 3-84. Valores de Parámetros Orgánicos de Agua Superficial Regulados por Normas Internacionales

Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)				----	----	----	0,0004	----	----	0,0001	0,000025
Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia				----	0,0014	0,000026	----	0,003	0,00021	----	----
Reglamento de Estándares de Calidad de Agua de Puerto Rico (2016)				0,000038	----	----	----	----	----	----	----
Punto de Muestreo	**Fecha**	**Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S**		**Época de Muestreo**	**Concentración en mg/L**							
		Este	**Norte**		**Benzo (k) Fluoranteno**	**Criseno**	**Dibenzo (a,h) Antraceno**	**Fenantreno**	**Fluoreno**	**Indeno (1,2,3 cd) Pireno**	**Naftaleno**	**Pireno**
S0104-AS001	08/05/2018	339149	9693173	Húmeda	< 0,000009	< 0,000013	< 0,000013	< 0,000016	< 0,000009	< 0,000016	< 0,000009	< 0,000009
S0104-AS002	08/05/2018	338868	9693328	Húmeda	< 0,000009	< 0,000013	< 0,000013	< 0,000016	< 0,000009	< 0,000016	< 0,000009	< 0,000009

Nota: El cuerpo de agua se encontraba seco, la muestra no presenta condiciones para realizar el muestreo, ver informe de ensayo 53686 de laboratorio ALS, 2018.
Nota: Los valores reportados que presentan (<) hacen referencia a los límites de detección de la técnica empleada por los laboratorios.
Fuente: Informes de ensayo 24630 y 53686 Laboratorio ALS, 2018.

Tabla 3-85. Concentración de Metales Totales Regulados por el ECA para Agua Superficial

ECAS – Agua Superficial, categoría 4 (ríos de selva)					0,15	1	--	0,011	0,1	0,0001	0,052	0,0025	0,12
Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia					--	--	0,00001	--	--	--	--	--	--
Punto de Muestreo	**Fecha**	**Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S**		**Época de Muestreo**	**Concentración en mg/L**								
		Este	**Norte**		**Arsénico (As)**	**Bario (Ba)**	**Cadmio (Cd)**	**Cromo Hexavalente**	**Cobre (Cu)**	**Mercurio (Hg)**	**Níquel (Ni)**	**Plomo (Pb)**	**Zinc (Zn)**
S0104-AS001	08/05/2018	339149	9693173	Húmeda	< 0,00003	0,0301	< 0,00001	< 0,002	< 0,00003	< 0,00003	0,0014	< 0,0002	< 0,0100
S0104-AS002	08/05/2018	338868	9693328	Húmeda	< 0,00003	0,0104	< 0,00001	< 0,002	< 0,00003	< 0,00003	0,0008	< 0,0002	< 0,0100

Nota: Los valores reportados que presentan (<) hacen referencia a los límites de detección de la técnica empleada por los laboratorios.
Nota: El cuerpo de agua se encontraba seco, la muestra no presenta condiciones para realizar el muestreo, ver informe de ensayo 53686 de laboratorio ALS, 2018.
Fuente: Informes de ensayo 24630 y 53686 Laboratorio ALS, 2018.

000186

3.6.4. Descripción de los Resultados de Campo y Laboratorio de Sedimentos

El muestreo de sedimentos se realizó en dos (2) puntos distribuidos en el cauce de dos cuerpos de agua estacionales ubicados fuera del área impactada, pero hacia donde es posible que por lixiviación o escorrentía se puedan movilizar los metales pesados. La ubicación de la toma de las muestras fue afectada en áreas donde se evidencio más representatividad.

In situ se realizó la descripción del perfil litológico de cada punto de muestreo y se hizo la medición de los compuestos orgánicos volátiles con un Detector de Fotoionización (PID), en laboratorio se realizó el análisis de todos los parámetros físico-químicos de los sedimentos.

Los informes de ensayo para sedimentos se presentan en el **Anexo 6.5.2.**

3.6.4.1. *Descripción de Resultados de Campo*

Para cada profundidad y punto de muestreo *in situ* se realizaron las mediciones de compuestos orgánicos volátiles con el Detector de fotoionización (Equipo PID), sus resultados se presentan a continuación en la **Tabla 3-86**.

Tabla 3-86. Valores de PID en Sedimentos para el Sitio S0104 (Botadero km 2)

Estación de Muestreo	Fecha Muestreo	Profundidad (m)		Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Época de Muestreo	Medición PID (ppm)
		Inicial	Final	Este	Norte		
S0104-Sed001-0,00	10/09/2018	0,00	0,95	339152	9693170	Seca	0,5
S0104-Sed002-0,00	10/09/2018	0,00	0,95	338868	9693328	Seca	0,6

Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Los resultados de los perfiles representativos y los valores del PID se presentan en el formato de muestreo de sedimentos, en el **Anexo 6.5.2.**

3.6.4.2. *Descripción de Resultados de Laboratorio*

Los resultados de los parámetros físico químicos de los sedimentos serán interpretados tomando como estándar de referencia la Guía "*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)*", en caso que el parámetro no esté reglamentado por esta guía, se empleará como estándar de referencia la Guía "*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*".

3.6.4.2.1. Textura de los Sedimentos

A continuación, se presenta en la **Tabla 3-87**, los resultados de textura para sedimentos.

Tabla 3-87. Textura de los Sedimentos

Estación de muestreo		S0104-Sed002-0,00
Época de Muestreo		Seca
Fecha de Muestreo		10/09/2018
Profundidad (m)	**Inicial**	0,00
	Final	0,95
Coordenadas	**Este**	338868
	Norte	9693328
Textura del Sedimento (g/100)		
Arena		11
Limo		38
Arcilla		51
Clase Textural		Arcillosa

a: Duplicado de Envirotest.
Nota: Los puntos de muestreo S0104-Sed001 resultados de textura se reportan como no reportable, debido a que los resultados de suelos, lodos y sedimentos se expresan en base seca.
Fuente: Informe de laboratorio 52945 laboratorio ALS, 2018, informe de laboratorio 184437 Laboratorio Envirotest, 2018.

El punto de muestreo S0104-Sed002, se realizó en un cuerpo de agua estacional ubicado en el noroeste del área impactada, la textura de los sedimentos es arcillosa con un contenido de arcillas del 51%, limos con el 38% y de arenas con el 11%.

3.6.4.2.2. Potencial de Hidrógeno (pH)

A continuación, se presentan en la **Tabla 3-88**, los resultados de pH en los sedimentos.

Tabla 3-88. Potencial de Hidrógeno

Punto de Muestreo	Fecha	Profundidad (m)		Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Época de Muestreo	pH
		Inicial	Final	Este	Norte		
S0104-Sed001-0,00	10/09/2018	0,00	0,95	339152	9693170	Seca	4,86
S0104-Sed002-0,00	10/09/2018	0,00	0,95	338868	9693328	Seca	4,5
S0104-SED002-0,00-DUP[a]	10/09/2018	0,00	0,95	338868	9693328	Seca	N.A.

a: Duplicado de Envirotest.
Nota: Los valores que presentan (<) hacen referencia a los límites de detección de la técnica empleada por los laboratorios.
Fuente: Informe de laboratorio 52945 laboratorio ALS, 2018, informe de laboratorio 184437 Laboratorio Envirotest, 2018.

3.6.4.2.3. Compuestos Orgánicos Volátiles

En la **Tabla 3-89**, se presentan los resultados de la concentración del Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xilenos para sedimentos, el límite de referencia de los cuales está estandarizado por "*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*".

En la **Tabla 3-89**, se presenta también la concentración de los Hidrocarburos Totales de Petróleo (C9-C40), el límite de referencia de los cuales está estandarizado por "*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*".

Tabla 3-89. Concentración de BTEX y HTP en Sedimentos

Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia (mg/kg)							500	1.2	1,4	1,2	1,3
Punto de Muestreo	Fecha	Profundidad (m)		Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Época de Muestreo	Concentración en mg/kg MS				
		Inicial	Final	Este	Norte		Hidrocarburos Totales de Petróleo (C9-C40)	Benceno	Tolueno	Etilbenceno	Xilenos
S0104-Sed001-0,00	10/09/2018	0,00	0,95	339152	9693170	Seca	746,8	< 0,0031	< 0,0038	< 0,0028	< 0,0104
S0104-Sed002-0,00	10/09/2018	0,00	0,95	338868	9693328	Seca	48,8	< 0,0031	< 0,0038	< 0,0028	< 0,0104
S0104-SED002-0,00-DUP[a]	10/09/2018	0,00	0,95	338868	9693328	Seca	N.A.	< 0,004	< 0,007	< 0,009	< 0,015

a: Duplicado de Envirotest.
Nota: Los valores que presentan (<) hacen referencia a los límites de detección de la técnica empleada por los laboratorios.
Fuente: Informe de laboratorio 52945 laboratorio ALS, 2018, informe de laboratorio 184437 Laboratorio Envirotest, 2018.

3.6.4.2.4. Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAH's) e Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP)

En la **Tabla 3-90**, se presenta la concentración del Benzo (a) Pireno y del Naftaleno, el límite de los cuales está estandarizado por "*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)*".

Tabla 3-90. Concentración de PAH en Sedimentos

Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)							0,0319	--
							0,782	
Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia (mg/kg)							--	0,391
Punto de Muestreo	Fecha	Profundidad (m)		Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Época de Muestreo	Concentración en mg/kg MS	
		Inicial	Final	Este	Norte		Benzo (a) Pireno	Naftaleno
S0104-Sed001-0,00	10/09/2018	0,00	0,95	339152	9693170	Seca	< 0,0009	< 0,0006
S0104-Sed002-0,00	10/09/2018	0,00	0,95	338868	9693328	Seca	< 0,0009	< 0,0006
S0104-SED002-0,00-DUP[a]	10/09/2018	0,00	0,95	338868	9693328	Seca	< 0,016	< 0,003

a: Duplicado de Envirotest.
Nota: Los valores que presentan (<) hacen referencia a los límites de detección de la técnica empleada por los laboratorios.
Fuente: Informe de laboratorio 52945 laboratorio ALS, 2018, informe de laboratorio 184437 Laboratorio Envirotest, 2018.

3.6.4.2.5. Metales Totales

En la **Tabla 3-91,** se presenta la concentración de los metales Arsénico, Bario, Bario extraíble, Bario total verdadero, Cadmio, Cromo, Mercurio en sedimentos y Plomo.

Tabla 3-91. Metales Totales en Sedimentos

Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014) (mg/kg)				5,9	----	----	----	----	37,3	0,17	35
ISQG-PEL (mg/kg)				17					90	0,486	91,3
Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia (mg/kg)				----	----	----	----	3,5	----	----	----
Punto de Muestreo	**Fecha**	**Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S**		**Época de Muestreo**	**Concentración en mg/kg MS**			**%**	**Concentración en mg/kg MS**			
		Este	**Norte**		**Arsénico (As)**	**Bario (Ba)**	**Bario Extraíble (Ba)**	**Bario Total Real (%)**	**Cadmio (Cd)**	**Cromo (Cr)**	**Mercurio Total (Hg)**	**Plomo (Pb)**
S0104-Sed001-0,00	10/09/2018	339152	9693170	Seca	< 3,5	79,2	44,1	0,01	< 0,5	7,6	0,13	< 2
S0104-Sed002-0,00	10/09/2018	338868	9693328	Seca	< 3,5	73,1	21,7	0,02	< 0,5	34,1	0,1	12
S0104-SED002-0,00-DUP[a]	10/09/2018	338868	9693328	Seca	<2,21	<0,03	N.A.	N.A.	<0,10	<0,03	N.A.	<0,87

a: Duplicado de Envirotest.
Nota: Los valores que presentan (<) hacen referencia a los límites de detección de la técnica empleada por los laboratorios.
Fuente: Informe de laboratorio 52945 laboratorio ALS, 2018, informe de laboratorio 184437 Laboratorio Envirotest, 2018.

3.6.5. Descripción de los Resultados de Campo y Laboratorio del Componente Hidrobiológico

Las comunidades acuáticas evaluadas fueron: plancton (fitoplancton y zooplancton cuantitativo y cualitativo), perifiton, macroinvertebrados y peces; estas comunidades están asociadas a características típicas del agua y son consideradas potenciales indicadores de su calidad (Jara, 2002). Estas comunidades responden de manera directa ante impactos ambientales, por lo que su estado de conservación, diversidad y algunos aspectos ecológicos son considerados como indicadores de perturbación y medidores del grado de impactos.

El monitoreo se realizó siguiendo los procedimientos de muestreo, los cuales se encuentran en el **Anexo 6.5.2.**

3.6.5.1. *Descripción de los Resultados de Parámetros Fisicoquímicos*

En la **Tabla 3-92**, se presentan los valores de los parámetros físico-químicos medidos en campo en las estaciones de muestreo S0104-Hb001 y S0104-Hb002.

Tabla 3-92. Parámetros Medidos *In Situ* Época Húmeda y Seca

Parámetro	**Unidades**	**Época Húmeda**	**Época Seca**
		S0104-Hb001[22]	**S0104-Hb002**
		Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S	
		Este	**Norte**
		338632	**9693308**
pH	Unidades de pH	4,74	6
Temperatura	°C	23,9	23,7
Conductividad	µS/cm	12,7	0
Oxígeno	mg/l	0,62	0,8

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

[22] La estación de muestreo S0104-Hb001 y S0104-Hb002, están ubicadas en la misma coordenada. Solo cambia el código.

3.6.5.2. *Descripción de Resultados de Laboratorio del Componente Hidrobiológico*

3.6.5.2.1. Fitoplancton

En la **Tabla 3-93**, se presentan la composición taxonómica de fitoplancton para las estaciones de muestreo S0104-Hb001 y S0104-Hb002.

Tabla 3-93. Composición Taxonómica de Fitoplancton

Phyllum	Época Húmeda		Época Seca	
	S0104-Hb001	%	S0104-Hb002	%
Bacillariophyta	160	100	80	20
Algas verdes	0	0	80	20
Cyanobacteria	0	0	0	0
Euglenophyta	0	0	240	60
Total	**160**	**100**	**400**	**100**

Fuente: Informe de ensayo 24649 y 48228, de Laboratorio ALS, 2018.

- **Época húmeda**

En la composición que se registró en la época húmeda, fue taxonómicamente la única representante los Bacillarophyta con el 100 % de la abundancia total (160 organismo/litro) y Algas verdes, *Cyanobacteria, Euglenophyta y Pyrrophycophyt*a reportaron (0, organismo/litro). (ver **Tabla 3-93**).

- **Época seca**

En la época seca (menos húmeda), el grupo dominante fueron los *Euglenophytas* (60%), seguido de los Bacillariophytas y Algas verdes con 20% cada una respectivamente. (ver **Tabla 3-93**).

3.6.5.2.2. Zooplancton

En la **Tabla 3-94**, se presentan la composición taxonómica de Zooplancton para las estaciones de muestreo S0104-Hb001 y S0104-Hb002.

Tabla 3-94. Composición Taxonómica de Zooplancton

Phyllum	Época Húmeda	Época Seca
	S0104-Hb001	S0104-Hb002
PROTOZOA/Lobosoa/Arcellinida/Arcellinidae	1	0
ROTIFERA/ Eurotatoria - Bdelloidea	1	0
ROTIFERA/ Eurotatoria/ Ploima/ Brachionidae/ Platyas sp.	0	0
ROTIFERA/ Eurotatoria/ Ploima/ Lepadellidae/Lepadella sp.	1	0
ARTHROPODA/ Hexanauplia/ Copepoda/ Cyclopoida	0	0
TOTAL	**3**	**0**

Fuente: Informe de ensayo 24649 y 48228, de Laboratorio ALS, 2018.

La composición de zooplancton, registró un total de tres (3) organismos/litro, perteneciente al dos (2) phyllum, donde se reportó tres (3) especies distribuidos en dos (2) clases y tres (3) familias. (Ver **Tabla 3-94)**.

3.6.5.2.3. Perifiton

En la **Tabla 3-95**, se presentan la composición taxonómica de Perifiton para las estaciones de muestreo S0104-Hb001 y S0104-Hb002.

Tabla 3-95. Composición Taxonómica de Perifiton

Phyllum	Época Húmeda		Época Seca	
	S0104-Hb001	%	S0104-Hb002	%
Bacillariophyta	110406	99,84	17562,99	98,63
Algas verdes	30,85	0,03	185,09	1,03
Cyanobacteria	0	0	10,28	0,06
Rotiferas	20,57	0,01	0	0
Protozoarios	133,68	0,12	51,41	0,29
Euglenophyta	0	0	0	0
Total	**110591**	**100**	**17809,77**	**100**

Fuente: Informe de ensayo 24649 y 48228, de Laboratorio ALS, 2018.

- **Época húmeda**

La composición que se registró, en la época húmeda, fue taxonómicamente más abundante los *Bacillariophyta* que representa el 99.84% de la abundancia total (110591.25 organismos/cm^2), seguida de *Protozoarios* (0,12%), *Rotíferas* (0,01%) y mientras que *Cianobacteria, Pyrrophycophyta y Euglenophyta reportaron* (0,0%). (ver **Tabla 3-95**).

- **Época seca**

En la época seca (menos húmeda), la composición taxonómica fue del 91,63% correspondiente a los *Bacillariophyta*, seguida de las Algas verdes (1,03%) y las *Cianobacterias* y *Protozoarios* registraron menos del 1%. (ver **Tabla 3-95**).

3.6.5.2.4. Macrobentos

En la **Tabla 3-96**, se presentan la composición taxonómica de Macrobentos para las estaciones de muestreo S0104-Hb001 y S0104-Hb002.

Tabla 3-96. Composición Taxonómica Macrobentos

Phyllum	Época Húmeda		Época Seca	
	S0104-Hb001	%	S0104-Hb002	%
Annelida	2	7.69	1	20
Arthropoda	24	92.31	4	80
Total	**26**	**100**	**5**	**100**

Fuente: Informe de ensayo 24649 y 48228, de Laboratorio ALS, 2018.

- **Época húmeda**

La composición que se registró de Macrobentos en esta época húmeda se encuentra distribuido porcentualmente en dos (2) *phyllum*, siendo taxonómicamente más abundante los *Arthropoda* que representa 92,31% de abundancia total, seguida del grupo de los *Annelidas* con 7,69%, respectivamente. (ver **Tabla 3-96**).

- **Época seca**

En la época seca (menos húmeda), como en la época húmeda se registró la dominancia del grupo de los Arthropodas (80%), seguida de los Annelidos (20%). (ver **Tabla 3-96**).

3.6.5.2.5. Peces (Necton)

El especialista en hidrobiología con el acompañamiento del Monitor Ambiental de Nuevo Porvenir, realizó el esfuerzo de colecta de peces para determinar por medios analíticos la concentración de metales en el tejido muscular, pero la talla y cantidad de individuos capturados en ambas épocas, no fue suficiente para realizar el análisis de tejido muscular en laboratorio; el cuerpo de agua, tiene un bajo caudal y su cauce cambia radicalmente según la estacionalidad.

3.6.5.3. *Descripción de Índices*

Los registros obtenidos en campo (datos cuantitativos y cualitativos) fueron utilizados para la elaboración del listado general de especies. Con los resultados obtenidos se procedió a determinar la composición de especies, Riqueza (S, número de especies) y Abundancia (N, número de individuos), asimismo se calculó la diversidad para cada comunidad acuática por cuerpo de agua evaluado, en base al índice de Shannon Wiener (H', log2), utilizando el programa PAST (Palacontological Statistics). A continuación, se detallan los análisis realizados.

- **Composición**

La composición o frecuencia de los géneros en cada muestra es la contribución (en porcentaje) de los individuos de cada género o grupo taxonómico con respecto al número total de individuos en la muestra.

- **Abundancia de individuos (N)**

La densidad está expresada como el número total de individuos colectados en las estaciones de monitoreo. Los valores de densidad por cada estación se calcularon en base a la sumatoria del número de individuos identificados en cada una de las muestras.

- **Riqueza de Margalef (d)**

Éste es el número total de géneros encontrados en la muestra en relación al número total de individuos y se expresa como:

$$d = (S - 1) / ln\, N$$

Donde:

d= índice de riqueza;
S = número de géneros en la muestra;
N = número total de individuos en la muestra.

Valores altos de este índice están mayormente asociados a condiciones de aguas de buena calidad. Los rangos de valores de diversidad para la riqueza de Margalef.

3.6.6. Descripción de los Resultados de Campo y Laboratorio del Componente Biótico

A continuación, se presentan los resultados de caracterización del medio biótico para el Sitio S0104 (Botadero km 2).

3.6.6.1. *Descripción de los Resultados en Campo de Flora*

3.6.6.1.1. Identificación y Descripción de los Tipos de Cobertura Vegetal Asociados al Sitio S0104 (Botadero km 2).

Los tipos de cobertura vegetal presentes en el área de influencia del Sitio S0104 (Botadero Km 2), se determinaron con base en estudios preliminares y la respectiva corroboración en visita a campo. Este

estudio propone caracterizar y diagnosticar las diferentes coberturas vegetales que interactúan en el área de influencia del Sitio S0104 (Botadero Km 2).

- **Unidades de cobertura Terrestre Asociadas al Sitio S0104 (Botadero Km 2)**

La cobertura de la tierra comprende todos los elementos que se encuentran sobre la superficie del suelo ya sean naturales o creados por el ser humano, es decir, tanto la vegetación natural denominada cobertura vegetal, hasta todo tipo de construcción o edificación destinada para el desarrollo de las actividades del hombre para satisfacer sus necesidades (IGAC, 2007).

La cobertura vegetal comprende todas las formaciones vegetales que se encuentran sobre la superficie del suelo, incluyendo las naturales y las modificadas por el hombre (de origen antrópico). Es la expresión integral de la interacción entre los factores bióticos y abióticos sobre un espacio determinado; es decir, es el resultado de la asociación espacio-temporal de elementos biológicos vegetales característicos, los cuales conforman unidades estructurales y funcionales. El conocimiento de esta y del cambio de uso del suelo en un área dada, son importantes en la investigación de los recursos naturales, el desarrollo sostenible, la conservación del medio ambiente, la mitigación de los impactos de los procesos naturales o productivos y en la adaptación o prevención ante los desastres naturales, entre otros (Incon Et al, 2012); además se halla relacionada intrínsecamente con la fisiografía y las actividades humanas de la región.

Para el caso del Sitio S0104 (Botadero Km 2), la delimitación de las unidades de cobertura en el área de estudio, constituye un elemento básico para el análisis del estado actual de sus recursos, la distribución espacial tanto de las áreas productivas como de aquellas de importancia para la conservación ambiental.

A continuación, se describen las principales características de las unidades de cobertura presentes en el área de estudio del Sitio S0104 (Botadero Km 2).

- **Bosques secundarios de Terraza del Sitio S0104 (Botadero Km 2)**

Para la cobertura de bosques secundarios de Terraza de Sitio S0104 (Botadero Km 2), se establecieron un total de 5 unidades de muestreo o parcelas de (100 x 10 m) cada una, para un total de 0,5 ha monitoreadas. La ubicación y geo-referenciación de las unidades de muestreo o parcelas se realizó empleando un GPS (sistema de posicionamiento global), de tal manera que pudieran ubicarse sobre la base cartográfica.

- **Composición florística bosques secundarios de Terraza**

El listado de las especies reportadas para el Sitio S0104 (Botadero Km 2) aparece en la **Tabla 3-97** .

Tabla 3-97. Composición Florística del Bosque Secundario de Terraza

Familia	Nombre científico	Nombre Vernáculo	Abundancia
Annonaceae	*Annona sp.*	Anonillo	2
	Guatteria sp. 1	Carahuasca	1
	Xylopia cuspidata	Espintana	1
Apocynaceae	*Lacmellea lactescens*	Chicle huayo	1
Araliaceae	*Shefflera sp.*	Shefflera	25
Arecaceae	*Euterpe precatoria*	Vasahi	7
	Geonoma sp.	Palma Pijuayllo	1
	Mauritia flexuosa	Aguaje	1
	Oenocarpus batahua	Unguraqui	2
	Socratea exorrhiza	Cashapona	11
Bignoniaceae	*Jacaranda macrocarpa*	Jacaranda	71

Familia	Nombre científico	Nombre Vernáculo	Abundancia
Euphorbiaceae	*Alchornea schomburgkii*	Polometeguayo	1
	Alchornea triplinervia	NN 1 P 29	7
	Croton palanostigma	Purmacaspi	13
	Hevea guianensis	Shiringa	1
	Senefeldera inclinata	Senefeldera	5
Fabaceae	*Inga sp.*	Guaba	36
	Parkia sp	Pachaco	6
Hypericaceae	*Vismia sp*	Pichirina	21
Indeterminado	*Indeterminado*	Indeterminado	13
Lauraceae	*Nectandra sp.*	Moena	13
Lecythidaceae	*Eschweilera albiflora*	Mashimango	3
Malpighiaceae	*Byrsonima sp.*	NN 1 P 30	2
melastomataceae	*Henriettea sp.*	Vacashavindo	1
	Miconia sp.	cainillo	30
	Miconia tomentosa	Caracaspi	3
Meliaceae	*Guarea kunthiana*	Requia	1
Moraceae	*Ficus sp*	Renaquillo	4
	Naucleopsis glabra	Capinari	1
	Naucleopsis ulei	NN 1 P 26	1
Myristicaceae	*Otoba sp.*	Aguanillo	1
	Virola sp	Cumala	14
Rubiaceae	*Warszewiczia cordata*	Manguana	4
Rutaceae	*Zanthoxylum rhoifolium*	Xanthoxylum	1
Sapotaceae	*Micropholis cf. egensis*	Nn 2 P 28	1
	Pouteria sp.	Quinilla	3
Urticaceae	*Cecropia sp.*	Cecropia	4
	Pourouma guianensis	Uvilla	2
Total, general			**315**

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

El levantamiento de vegetación arrojo un resultado en composición florística de 20 familias, 35 géneros y 38 especies. En la **Figura 3-22**, se visualiza la representatividad de cada una de las familias encontradas en el área de interés.

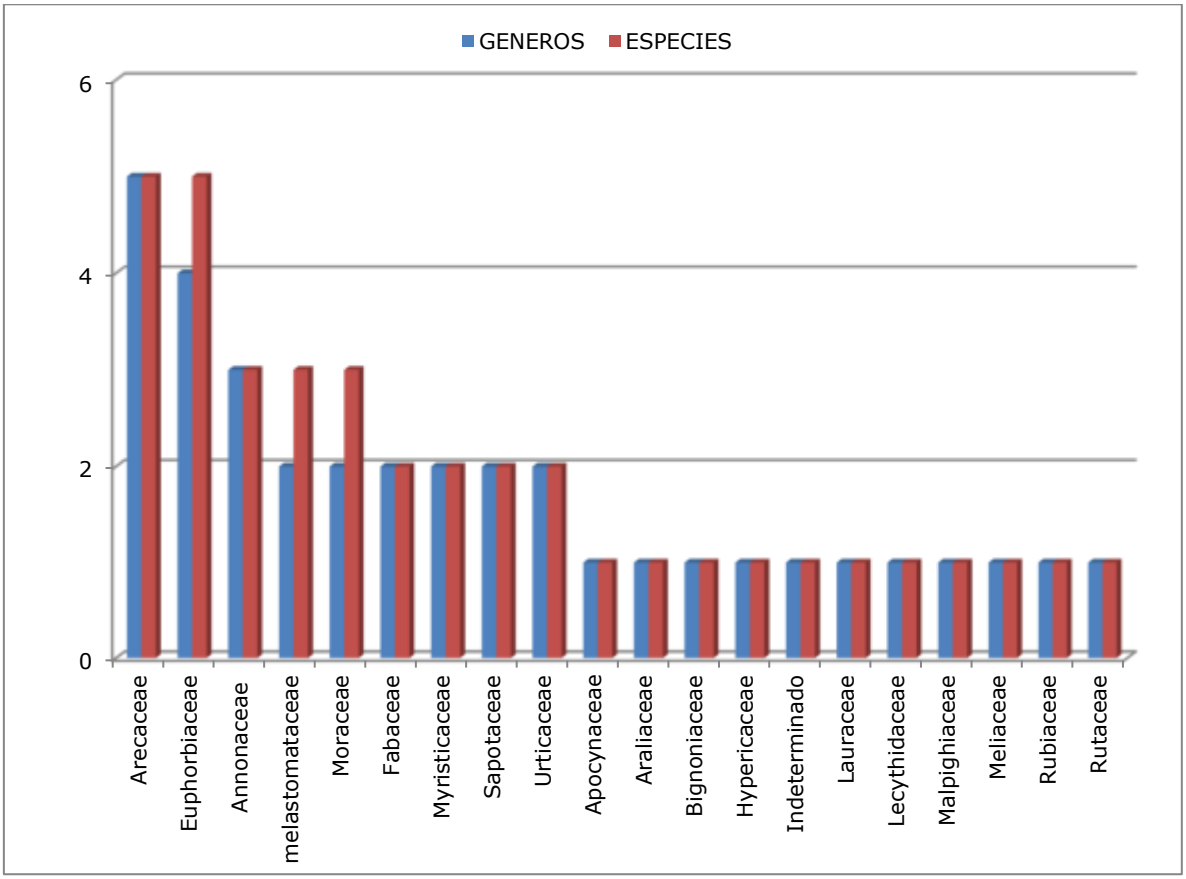


Figura 3-22. **Representatividad de Las Familias en los Bosques Secundarios de Terraza del Sitio S0104 (Botadero Km 2)**

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Como se puede apreciar, en las primeras 10 familias se agrupa más del 71% de los géneros del estudio y el más del 73% de las especies; las familias Arecaceae y Euphorbiaceae, son las de más diversidad, representadas con 4 géneros y 5 especies.

3.6.6.1.2. Estructura Vertical y Horizontal de los Bosques Secundarios de Terraza

La dispersión de los individuos en los estratos para este levantamiento de vegetación se aprecia en la **Figura 3-23**, en donde se distinguen tres (3) estratos.

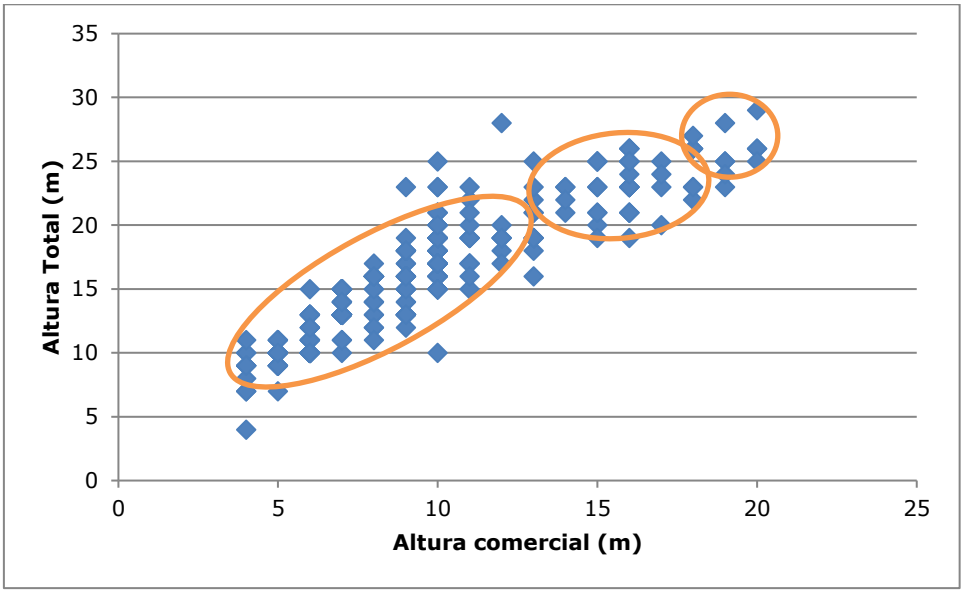


Figura 3-23. **Estratificación de Ogawa en Bosques Secundarios de Terraza del Sitio S0104 (Botadero Km 2)**

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Si bien los bosques de Sitio S0104 (Botadero Km 2) son de carácter secundario presenta una distribución de alturas estratificada y con una fuerte competencia de los individuos arbóreos por la luz en el estrato arbóreo inferior.

3.6.6.1.3. Análisis de la Estructura Horizontal de los Bosques Secundarios de Terraza

En la **Figura 3-24**, se pueden apreciar los valores de IVI de las 19 especies con mayor peso ecológico y las restantes especies se consideran como poco abundantes o raras y se agrupan en un solo ítem, la especie con mayor peso ecológico es el *Jacaranda macrocarpa* (Jacaranada), con IVI de 56,22% producto de sus valores de la dominancia 27,87%, la abundancia 22,54% y frecuencia de 5,81%, esto significa que la especie aparece con alto volumen de ocupación del espacio entendido con área basal, moderada ocurrencia en la abundancia de individuos y en las parcelas de muestreo es alta su representatividad.

La siguiente especie con mayor peso ecológico es *Inga sp.* (Guaba), que presenta una abundancia y frecuencia relevantes y un IVI de 28,97%. Luego le siguen el *Shefflera sp.* (Shefflera), *Miconia sp.* (cainillo), *Vismia sp.* (Pichirina), *Nectandra sp.* (Moena), *Virola sp.* (Cumala), *Croton palanostigma* (Purmacaspi), e Indeterminado con una importancia ecológica similar y superior al 10%.

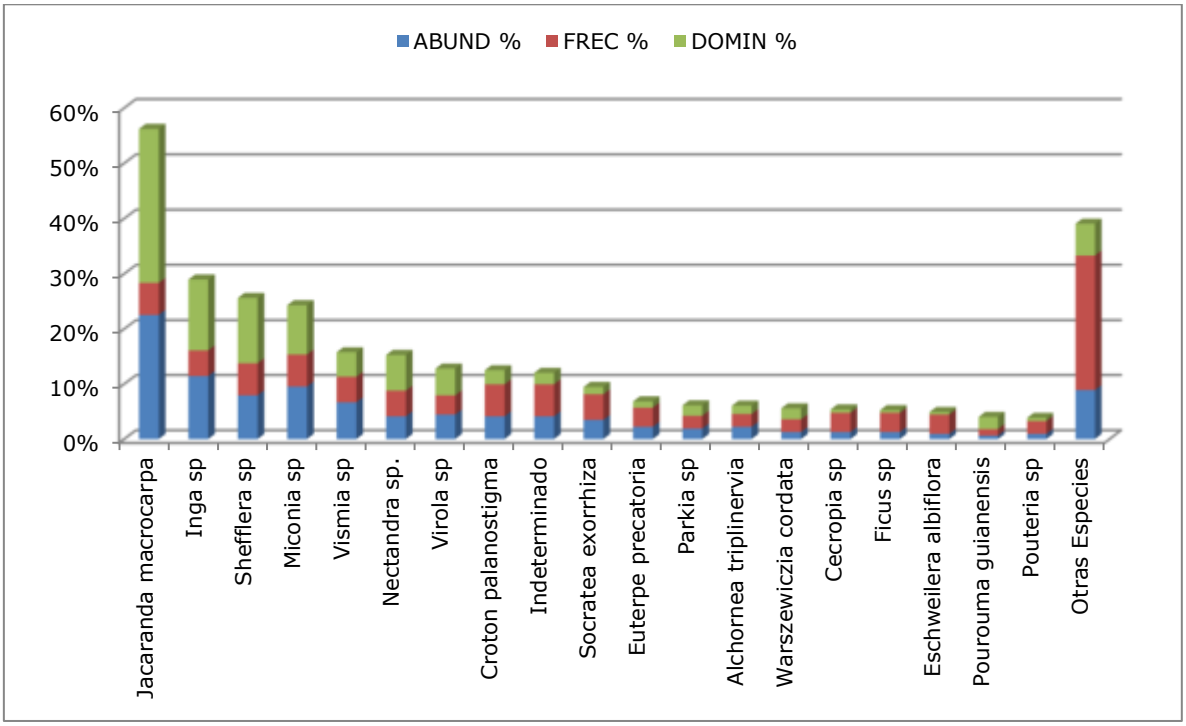


Figura 3-24. IVI en Bosques Secundarios de Terraza del Sitio S0104 (Botadero Km 2)
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Las primeras 19 especies agrupan el 87% del IVI, y repartido principalmente en las primeras 9 especies, lo que indica que el peso ecológico es aportado principalmente por pocas especies; las restantes especies en conjunto tienen un peso ecológico bajo e individualmente como taxa. Las especies con índices de valor de importancia más bajo y que se pueden catalogar como las más raras son *Naucleopsis glabra* (Capinari)*, Naucleopsis ulei (*NN 1 P 26) y *Geonoma sp* (Palma pijuayllo)*;* otras 16 especies, representan el 13% de IVI. Ver **Tabla 3-98.**

Tabla 3-98. Índices de Valor de Importancia para cada una de las Especies Reportadas en el Inventario de Bosques Secundarios de Terraza del Sitio S0104 (Botadero Km 2)

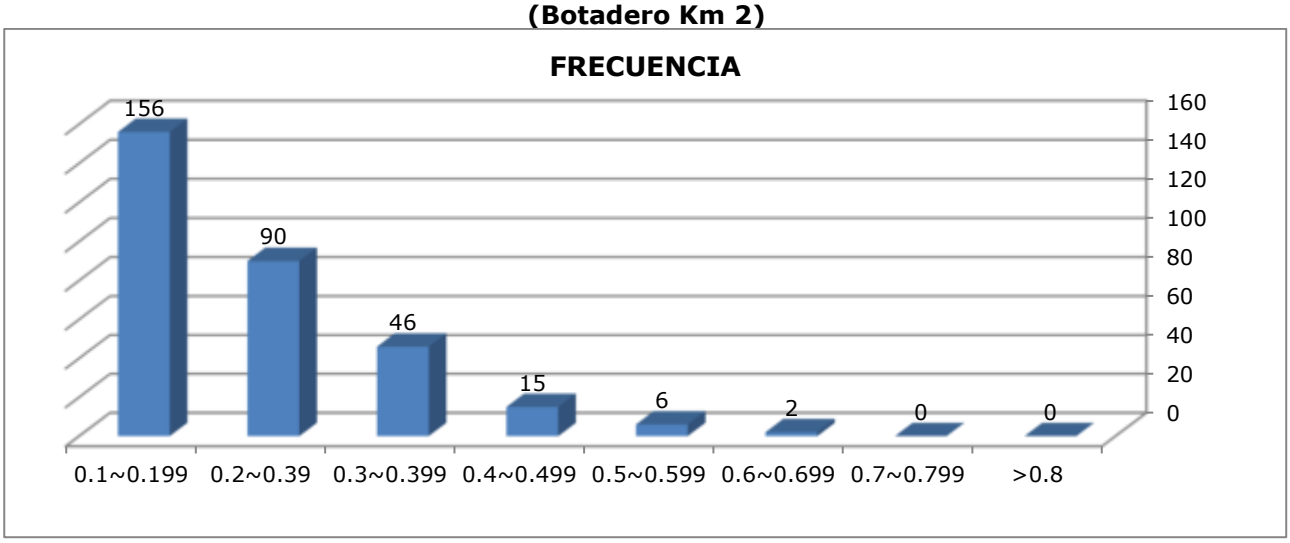
Especies	Abund%	Frec%	Domin%	IVI
Jacaranda macrocarpa	22,54%	5,81%	27,87%	56,22%
Inga sp.	11,43%	4,65%	12,89%	28,97%
Shefflera sp.	7,94%	5,81%	11,87%	25,62%
Miconia sp	9,52%	5,81%	8,96%	24,30%
Vismia sp	6,67%	4,65%	4,44%	15,76%
Nectandra sp,	4,13%	4,65%	6,49%	15,27%
Virola sp	4,44%	3,49%	4,87%	12,80%
Croton palanostigma	4,13%	5,81%	2,56%	12,50%
Indeterminado	4,13%	5,81%	2,08%	12,02%
Socratea exorrhiza	3,49%	4,65%	1,33%	9,47%
Euterpe precatoria	2,22%	3,49%	1,12%	6,83%
Parkia sp.	1,90%	2,33%	1,89%	6,12%
Alchornea triplinervia	2,22%	2,33%	1,52%	6,06%
Warszewiczia cordata	1,27%	2,33%	1,99%	5,58%
Cecropia sp.	1,27%	3,49%	0,62%	5,38%

Especies	Abund%	Frec%	Domin%	IVI
Ficus sp.	1,27%	3,49%	0,50%	5,26%
Eschweilera albiflora	0,95%	3,49%	0,46%	4,91%
Pourouma guianensis	0,63%	1,16%	2,22%	4,02%
Pouteria sp.	0,95%	2,33%	0,57%	3,85%
Miconia tomentosa	0,95%	2,33%	0,43%	3,71%
Annona sp.	0,63%	2,33%	0,64%	3,60%
Senefeldera inclinata	1,59%	1,16%	0,53%	3,28%
Oenocarpus batahua	0,63%	1,16%	0,55%	2,35%
Byrsonima sp.	0,63%	1,16%	0,38%	2,18%
Otoba sp.	0,32%	1,16%	0,69%	2,17%
Mauritia flexuosa	0,32%	1,16%	0,56%	2,04%
Hevea guianensis	0,32%	1,16%	0,42%	1,90%
Alchornea schomburgkii	0,32%	1,16%	0,26%	1,74%
Zanthoxylum rhoifolium	0,32%	1,16%	0,24%	1,72%
Micropholis cf, egensis	0,32%	1,16%	0,21%	1,69%
Henriettea sp	0,32%	1,16%	0,16%	1,64%
Lacmellea lactescens	0,32%	1,16%	0,15%	1,63%
Xylopia cuspidata	0,32%	1,16%	0,13%	1,61%
Guarea kunthiana	0,32%	1,16%	0,12%	1,60%
Guatteria sp 1	0,32%	1,16%	0,11%	1,59%
Naucleopsis glabra	0,32%	1,16%	0,08%	1,56%
Naucleopsis ulei	0,32%	1,16%	0,06%	1,54%
Geonoma sp.	0,32%	1,16%	0,05%	1,53%

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

La estructura total del bosque secundario de Terraza, nos permite analizar la variabilidad en el número de árboles presentes en cada clase de diámetro y su distribución a través de un histograma **Figura 3-25**.

Figura 3-25. Distribución Diamétrica en Bosques Secundarios de Terraza Del Sitio S0104 (Botadero Km 2)



Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Los resultados arrojados en bosques secundarios de terraza de sitio S0104 (Botadero Km 2) es similar a la tendencia de j invertida, ya que las primeras clases diamétricas agrupan 78% de los individuos. Las clases VII y VIII no presentan individuos cada una y se puede explicar porque posiblemente el bosque sufrió de aprovechamiento forestal que removió la masa forestal, la cual está se está recuperando y se observa en estadios tempranos de la sucesión.

En la **Tabla 3-99**, se muestran las clases diamétricas, el número de individuos presentes en cada una de ellas, así como el volumen comercial y total para cada clase diamétrica.

La clase diamétrica que mayor biomasa presenta entendida como el volumen total es la III 0,3-0,399 m) con un total 51,317 m³. El volumen total por hectárea es de 354,36 m³.

Tabla 3-99. Distribución Diamétrica de los Bosques Secundarios de Terraza del Sitio S0104 (Botadero Km 2)

Distribución Diamétrica									
CLASE	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	**TOTAL**
RANGO	0,1~0,199	0,2~0,39	0,3~0,399	0,4~0,499	0,5~0,599	0,6~0,699	0,7~0,799	>0,8	315
FRECUENCIA	156	90	46	15	6	2	0	0	
VolT_m³	22,835	45,189	51,317	29,827	19,884	8,130	0,000	0,000	177,18
VolC_m³	13,228	26,979	30,849	17,989	12,376	4,841	0,000	0,000	106,26

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.6.6.1.4. Diversidad de los Bosques Secundarios de Terraza del Sitio S0104 (Botadero km 2).

Para los Bosques secundarios de terraza alta del sitio S0104 (Botadero Km 2), se inventariaron 315 individuos, quienes pertenecían a 38 especies. En este caso el coeficiente de mezcla es de 0,121.

$$CM = 38 / 315 = 1 / 8$$

Este resultado permite establecer que se trata de un bosque que presenta una composición florística relativamente heterogénea. El valor indica una relación de 1:8 lo que quiere decir que por cada 8,3 individuos reportados en el inventario es posible encontrar una especie diferente. Se presenta como una unidad de cobertura boscosa poco heterogénea en términos de cociente de mezcla.

En la **Tabla 3-100**, se exponen los resultados obtenidos en cuanto a riqueza específica y heterogeneidad para los bosques secundarios de terraza de Sitio S0104 (Botadero Km 2), el valor del índice de Margalef (6,432) y Menhinick (2,141), indica que esta cobertura es moderadamente diversa con una abundante cantidad de individuos.

Tabla 3-100. Índices de Diversidad Bosque Secundarios de Terraza

Índices de diversidad		
Riqueza	Índice de Menhinick	2,141
	Índice de Margalef	6,432
Heterogeneidad	Índice de Shannon - Weiner	2,83
	Índice de Simpson	0,095

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

El índice de Shannon-Wiener (H´), es de 2,83 el cual mide la heterogeneidad de la comunidad, valores cercanos a cero indican pocos taxa, con la actual cobertura se presentan especies y el valor se aleja de cero y por ende es indicador que los individuos se distribuyen homogéneamente en una situación en la cual todas las especies son igualmente abundantes, interpretándose como una comunidad heterogénea.

El índice de Simpson (D), es de 0,095 y este representa que la comunidad en estudio es diversa ya que a medida que el índice se acerca a cero disminuye la probabilidad de que dos individuos de una comunidad infinitamente grande, tomados al azar, pertenezcan a la misma especie. Lo que permite evaluar que no existe una dominancia de algunas especies comunes y por el contrario refleja una mayor riqueza de especies. En términos generales, para el área en estudio la probabilidad de tomar dos individuos de la misma especie es moderadamente baja.

3.6.6.1.5. Regeneración Natural y Dinámica Sucesional de los Bosques de Sitio S0104 (Botadero km 2).

El índice de regeneración natural determina la importancia de una especie según la presencia en los diferentes estratos del bosque. Para evaluar la regeneración natural se considerarán todos los ejemplares pertenecientes a las categorías de tamaño latizal y brinzal incluyendo 3 parámetros: abundancia absoluta y relativa (Ar%), frecuencia absoluta y relativa (Fr%) y categoría de tamaño absoluta y relativa (Ct%).

El parámetro de la regeneración natural relativo (RN%) para cada especie se obtendrá aplicando la siguiente ecuación:

RN% = Ar% + Fr% + Ct% / 3

En la **Tabla 3-101**, se presentan los resultados para los Índices de regeneración natural de los bosques asociados a Sitio S0104 (Botadero Km 2).

Tabla 3-101. Índices de Regeneración Natural de los Bosques Asociados

Nombre científico	Total, abun %	Total, fre %	Total, ct %	RN %
Guarea kunthiana	30,0659341	11,9821386	30,0659341	24,0380023
Naucleopsis glabra	23,8681319	14,2531776	23,8681319	20,6631471
Miconia tomentosa	20,0879121	11,689075	20,0879121	17,2882997
Byrsonima sp.	14,6520147	11,9821386	14,6520147	13,762056
Indeterminado	14,5494505	9,12497245	14,5494505	12,7412912
Annona sp.	13,8021978	9,12497245	13,8021978	12,2431227
Oenocarpus batahua	10,9450549	14,2531776	10,9450549	12,0477625
Croton palanostigma	13,3186813	9,12497245	13,3186813	11,9207784

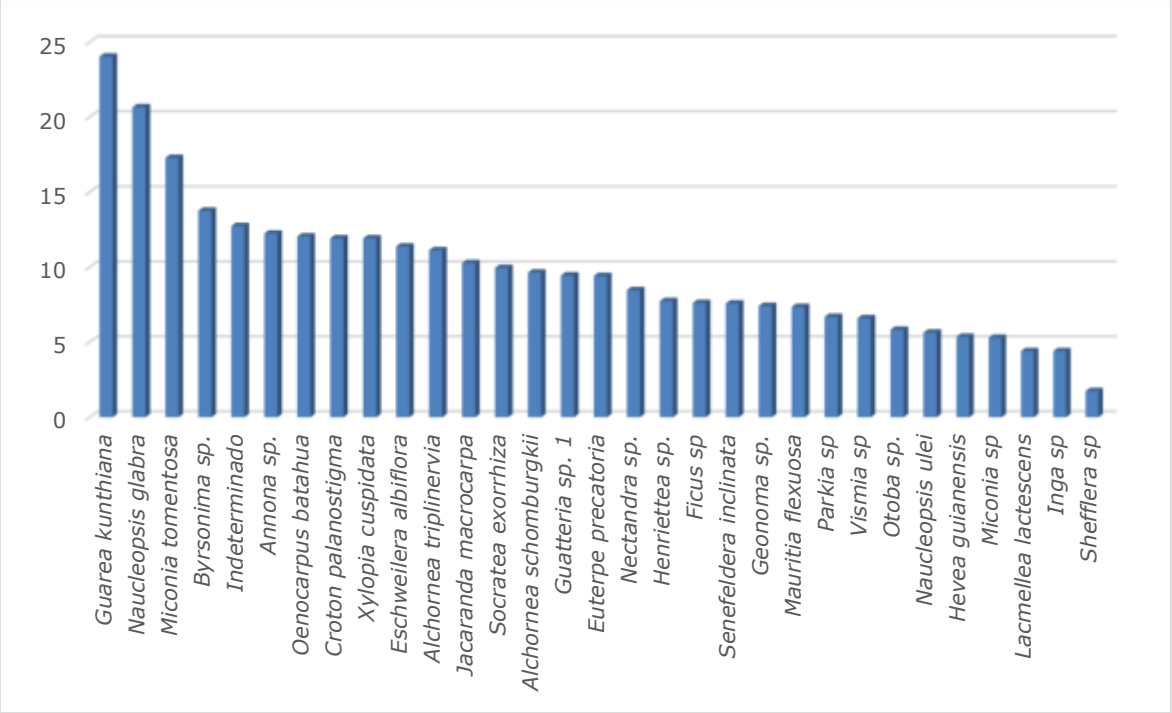
Nombre científico	Total, abun %	Total, fre %	Total, ct %	RN %
Xylopia cuspidata	9,61172161	16,5323799	9,61172161	11,9186077
Eschweilera albiflora	14,3589744	5,42126875	14,3589744	11,3797392
Alchornea triplinervia	9,42124542	14,5462412	9,42124542	11,1295773
Jacaranda macrocarpa	9,42124542	11,9821386	9,42124542	10,2748765
Socratea exorrhiza	10,3589744	9,12497245	10,3589744	9,94764039
Alchornea schomburgkii	9,9047619	9,12497245	9,9047619	9,64483209
Guatteria sp. 1	9,61172161	9,12497245	9,61172161	9,44947189
Euterpe precatoria	10,8424908	6,56086988	10,8424908	9,41528386
Nectandra sp.	6,85714286	11,689075	6,85714286	8,46778691
Henriettea sp.	7,04761905	9,12497245	7,04761905	7,74007018
Ficus sp	6,85714286	9,12497245	6,85714286	7,61308605
Senefeldera inclinata	5,52380952	11,689075	5,52380952	7,57889802
Geonoma sp.	6,56410256	9,12497245	6,56410256	7,41772586
Mauritia flexuosa	6,46153846	9,12497245	6,46153846	7,34934979
Parkia sp	4,19047619	11,689075	4,19047619	6,69000913
Vismia sp	5,33333333	9,12497245	5,33333333	6,59721304
Otoba sp.	4,19047619	9,12497245	4,19047619	5,83530828
Naucleopsis ulei	3,8974359	9,12497245	3,8974359	5,63994808
Hevea guianensis	3,8974359	8,27843493	3,8974359	5,35776891
Miconia sp	5,23076923	5,42126875	5,23076923	5,29426907
Lacmellea lactescens	3,8974359	5,42126875	3,8974359	4,40538018
Inga sp.	3,8974359	5,42126875	3,8974359	4,40538018
Shefflera sp.	1,33333333	2,56410256	1,33333333	1,74358974

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Figura 3-26**, se aprecia a *Guarea kunthiana* (Requia) como la especie que mayor índice de regeneración natural presenta, significa que esta especie está representada en las tres categorías de tamaño establecidas para el cálculo del índice.

Otras especies importantes en la regeneración natural son el *Inga sp.* (Guaba) y *Shefflera sp.* (Shefflera), estas especies son especies del gremio pionero y se encuentran representadas en más de una categoría de tamaño.

Figura 3-26. Índice de regeneración natural de los bosques asociados



Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.6.6.1.6. Especies Endémicas, Amenazadas o en Peligro Crítico de los Bosques Asociados al Área de Interés

En el área objeto de estudio no se presentan especies en grado de amenaza.

3.6.6.1.7. Epifitas Vasculares en los Bosques Secundarios Asociados al Sitio S0104 (Botadero km 2)

Las epifitas vasculares presentaron tres grandes grupos de angiospermas, de Liliopsida (monocotiledóneas), Magnoliopsida (Dicotiledóneas) y Polypodiopsyda (Helechos) entre estos tres se encontraron 34 especies.

Para la primera clase se encontró que existen 4 órdenes que representan 4 familias, distribuidas en 12 géneros y 23 especies, mientras que las dicotiledóneas epifitas solo se distribuyen en 2 órdenes, al igual de familias y géneros, con (3) especies.

Los helechos están organizados en (3) órdenes, (5) familias, (6) géneros y (8) especies como se observan en la **Tabla 3-102**.

Tabla 3-102. Especies de Epifitas Vasculares Encontradas en el Área de Estudio

Clase	Orden	Familia	Especie
Polypodiopsyda	Blechnales	Elaphoglossaceae	*Elaphoglossum sp.*
	Hymenophyllales	Hymenophyllaceae	*Hymenophylum sp.*
	Polypodiales	Dryopteridaceae	*Polybotrya osmundaceae*
			Polybotrya sp.
		Lomariopsidaceae	*Nephrolepis cordifolia*
			Nephrolepis pectinata
		Polypodiaceae	*Campyloneurum angustifolium*
			Niphidium sp.

Clase	Orden	Familia	Especie
Liliopsida	Alismatales	Araceae	*Anthurium eminens*
			Anthurium gracile
			Anthurium ptarianum
			Anthurium scandens
			Anthurium sp1.
			Anthurium sp2.
			Monstera adansonii
			Monstera spruceana
			Philodendron alliodorum
			Philodendron ornatum
			Philodendron tuerckheimii
			Philodendron sp.
			Rhodospatha wendlandii
	Orchidiales	Orchidiaceae	*Epidendron sp.*
			Octomeria deltoglossa
			Oncidyum sp.
			Palmorchis sp.
	Pandales	Cyclanthaceae	*Cyclanthus bipartitus*
	Poales	Bromeliaceae	*Tillandsia complanata*
			Tillandsia sp1.
			Vriesea didistichoides
			Vriesea sp.
			Werauhia sanguinolenta
Magnoliopsida	Cucurbitales	Cucurbitaceae	*Gurania polypoda*
	Ericales	Marcgraviaceae	*Marcgravia aff. rectifolia*
			Marcgravia sp1.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

A continuación, en la **Fotografía 3-27**, **Fotografía 3-28**, **Fotografía 3-29**, **Fotografía 3-30**, **Fotografía 3-31** y **Fotografía 3-32**; se presenta la riqueza de especies de flora del Sitio S0104 (Botadero km 2).

Fotografía 3-27. Especies de liliopsida epifita
dentro del bosque, corresponde con *Anthurium scandens*

Fotografía 3-28. Especie de liliopsida epifita
dentro del bosque, corresponde con *Tillandsia complanata*

Fotografía 3-29. Especie de magnoliopsida epifita
dentro del bosque, corresponde con *Gurania polypoda*

Fotografía 3-30. Especie de magnoliopsida epifita
dentro del bosque, corresponde con *Marcgravia sp.*

Fotografía 3-31. Especie de polypodiopsida epifita
dentro del bosque, corresponde con *Elaphoglossum sp.*

Fotografía 3-32. Especie de polypodiopsida epifita
dentro del bosque, corresponde con *Polybrotrya sp.*

Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.6.6.2. *Descripción Resultados de Laboratorio Flora*

En la **Tabla 3-103**, se presentan los resultados de los análisis de tejido vegetal para concentraciones de los metales pesados.

La concentración de Arsénico (As) en vegetales es regulado por el CODEX y también por la resolución del MERCOSUR, siendo esta última la más restrictiva y por lo tanto la de mayor protección. El Cadmio (Cd) en vegetales es regulado tanto por el MERCOSUR como por el CODEX y el reglamento de la Unión Europea, siendo los dos últimos los más restrictivos. La concentración de Cromo (Cr) en vegetales es regulado por el estándar de la República China. El Plomo (Pb) en los vegetales es regulado tanto por la Unión Europea, el CODEX y el MERCOSUR, presentado el mismo valor en las tres regulaciones.

Tabla 3-103. Resultados de los Análisis Foliares para Metales Pesados

Punto de muestreo de Suelo S0104-S001						Punto de muestreo de Suelo S0104-S004			NORMATIVIDAD			
Coordenadas	Este	338975				339040						
	Norte	9693202				9693083						
Fecha de Muestreo		25/08/2018										
Identificación		S0104-FLO-HO-001 Arthocarpus	S0104-FLO-Fr-001 Arthocarpus	S0104-FLO-HO-001 Cecropia	S0104-FLO-HO-001 Jacaranda	S0104-FLO-HO-001 Inga	S0104-FLO-HO-001 Vismia	S0104-FLO-HO-001 Mauritia				
Coordenadas	Este	338975	338975	338975	338975	339040	339040	339040				
	Norte	9693202	9693202	9693202	9693202	9693083	9693083	9693083				
Época de Muestreo		Seca	Seca	Seca	Seca	Seca	Seca	Seca	UE[1] (2006)	CODEX[2] (1995)	MERCOSUR[3] (2011)	ESTANDAR REP. CHINA[4] (2017)
Parámetro	Unidad	RESULTADO										
Arsénico (As)	mg/kg	1	1,1	1,6	1,3	0,9	1,2	1,5	N.A.	0,2	0,1	N.A.
Bario (Ba)	mg/kg	112,9	64,2	37,6	11,1	169,1	54,3	0,8	----	----	----	----
Cadmio (Cd)	mg/kg	0,39	0,1	<0,02	0,22	0,07	0,53	<0,02	0,1	0,1	0,2	N.A.
Cromo (Cr)	mg/kg	0,4	0,7	0,4	<0,2	<0,2	<0,2	1,2	N.A.	N.A.	N.A.	0,5
Plomo (Pb)	mg/kg	0,2	<0,05	0,12	1,29	2,42	1,68	<0,05	0,1	0,1	0,1	N.A.

[1]Reglamento (CE) N° 1881/2006 de la Comisión. Contenido Máximo de Determinados Contaminantes en los Productos Alimenticios.

[2]Norma General para los Contaminantes y las Toxinas Presentes en los Alimentos y Piensos del Codex Alimentarius, CXS 193-1995 (última enmienda 2018).

[3]Resolución N° 12/11 que aprueba el Reglamento Técnico Mercosur sobre Límites Máximos de Contaminantes Inorgánicos en Alimentos (2011).

[4]Estándar Nacional de la Republica China para la Seguridad de Alimentos - Límites de Contaminantes en Alimentos, GB 2762-2017.

Fuente. Informe de laboratorio 49335, laboratorio ALS, 2018

3.6.6.3. *Descripción de los Resultados en Campo de Fauna*

3.6.6.3.1. Esfuerzo de Muestreo

Las técnicas de muestreo empleadas en el sitio S0104 (Botadero del Km 2) fueron realizadas en un periodo de 3 días y 2 noches efectivas de muestreo en cada época climática, estación húmeda (08 a 10 de Julio de 2019) y estación seca (11 a 13 de septiembre de 2018). A continuación, se resumen los esfuerzos de muestreo totales por técnica empleada (**Tabla 3-104).**

Tabla 3-104. Esfuerzo de Muestreo Fauna Silvestre

Grupo Taxonómico	Técnica	Esfuerzo / Día	Esfuerzo / Total
Herpetofauna	Ves	6 horas – Hombre	36 horas – Hombre
	Parcelas	1 hora - hombre	6 horas – hombre
	Transectos	3-4 transectos x día con una distancia total de 1,7 km a una velocidad promedio de 2-3 Km/h.	18-24 transectos x 6 días con una distancia total de 10,2 km a una velocidad promedio de 2-3 Km/h.
Avifauna	Transectos	3-4 transectos x día con una distancia total de 1,7 km a una velocidad promedio de 2-3 Km/h.	18-24 transectos x 6 días con una distancia total de 10,2 km a una velocidad promedio de 2-3 Km/h.
	Redes	26,4 hora – red por día	158,4 horas – Red por 6 días
Mastofauna	Transectos	3-4 transectos x día con una distancia total de 1,7 km a una velocidad promedio de 2-3 Km/h.	18-24 transectos x 6 días con una distancia total de 10,2 km a una velocidad promedio de 2-3 Km/h.
	Cámaras trampa	8 trampas - noche	32 trampas – noche
	Tomahawk	10 trampas - noche	40 trampas - noche

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.6.6.3.2. Representatividad

A continuación, se muestra las curvas de acumulación de especies estimadas para el sitio impactado. Dichas curvas se elaboran en el programa estadístico Estimates y presentan el número de especies identificados en campo (S-est) Y 4 estimadores de diversidad (ACE Mean, Chao 1 Mean, Jack 1 Mean y Jack 2 Mean) los cuales son calculados a partir del número de muestreo registradas en campo e indican el número de especies probables que se podrían encontrar en el lugar evaluado.

En términos generales se observó que el estimador de ICE Mean mostró valores de representatividad inferiores al 50% y solo para el caso del grupo Aves, los estimadores de Jacknife 2 y Chao2 también estuvieron por debajo del rango del 50%.

A continuación, en la **Figura 3-27**, se presenta la curva de acumulación de Anfibios.

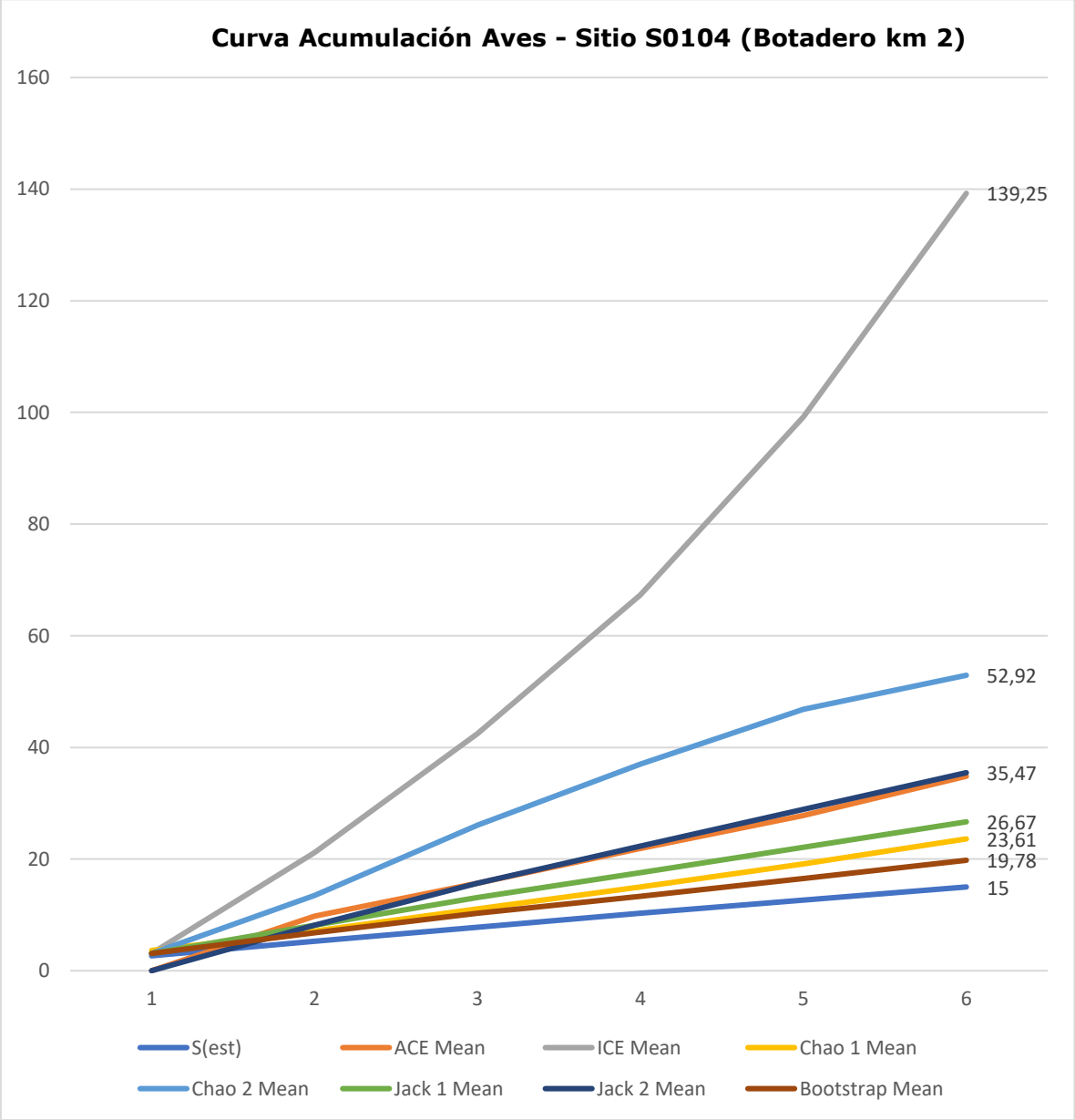


Figura 3-27. Curva de Acumulación de Aves
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En cuanto al grupo Aves se encontró que la representatividad del muestreo osciló entre el 56 y el 76% para los estimadores de Chao 1, Jacknife 1 y Bootrstrap cumpliendo por lo establecido por la guía de fauna silvestre (Ministerio del Ambiente, 2015) la cuál solicita que supere el 50%. Sin embargo, otros estimadores como ACE, ICE, Chao 2 y jack 2 mostraron valores muy inferiores al 50%.

La curva de Acumulación de Anfibios se muestra en la **Figura 3-28.**

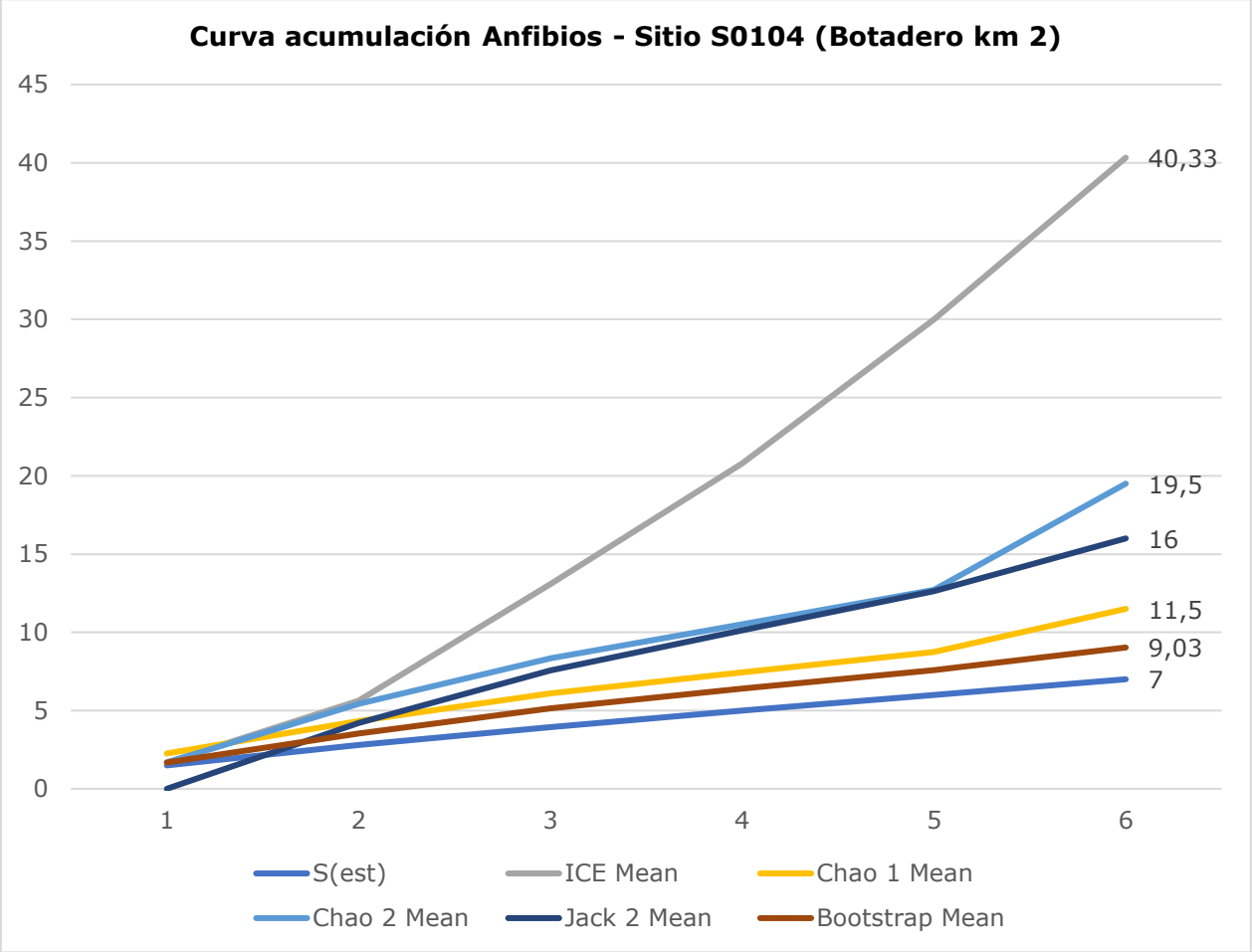


Figura 3-28. Curva de Acumulación de Anfibios
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Para el grupo anfibios se encontró que los estimadores de Chao 1 y Bootstrap tuvieron valores de representatividad superiores al 50%, pero otros estimadores como Chao 2, ICE Mean y Jacknife 2 estuvieron por debajo de este valor.

La curva de Acumulación de Anfibios se muestra en la **Figura 3-29.**

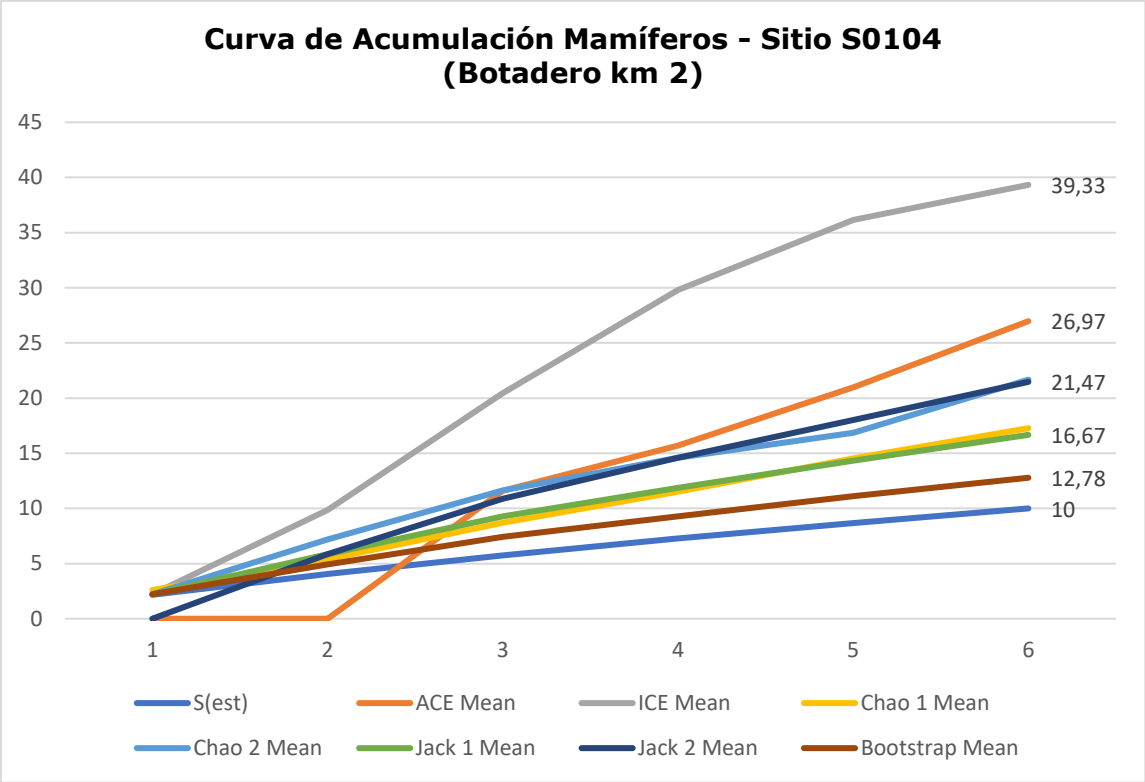


Figura 3-29. Curva de Acumulación Mamíferos
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Los mamíferos mostraron que ICE Mean fue el único estimador que mostró una tendencia a la estabilización de la curva, pero con una diferencia de representatividad muy alta indicando que solo fue del 11% para el presente estudio. Por otra parte, Chao 1 Jack 1 y Bootstrap arrojaron valores de representatividad superiores al 50%

3.6.6.3.3. Composición y Estructura

Se registraron en total 34 especies de fauna silvestre de las cuales, 7 pertenecen al grupo de los anfibios (21%), 10 al grupo de mamíferos (29%), 2 de reptiles (6%) y 15 de Aves (44%). Estas especies se observan en la **Tabla 3-105.**

Tabla 3-105. Especies de Fauna Silvestre Encontradas en Sitio S0104 (Botadero km 2)

Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
AMPHIBIA	Anura	Aromobatidae	*Allobates cf. trilineatus*	Rana
			Allobates sp.	Rana
		Bufonidae	*Rhinella margaritifera*	Sapo
		Hylidae	*Osteocephalus taurinus*	Rana
			Dendropsophus sp.	Rana
		Leptodctylidae	*Leptodactylus lineatus*	Rana
		Strabomantidae	*Pristimantis ockendeni*	Rana
AVES	Apodiformes	Trochilidae	*Anthracothorax nigricollis*	Colibrí
			Phaethornis sp.	Picaflor

Clase	Orden	Familia	Nombre Científico	Nombre Común
	Galbuliformes	Galbulidae	*Galbula sp.*	aliapishko
	Passeriformes	Furnariidae	*Glyphorynchus spirurus*	Trepatroncos
		Icteridae	*Cacicus cela*	Paucar
		Pipridae	*Machaeropterus regulus*	Saltarín
			Machaeropterus sp.	Saltarín
			Manacus	Saltarín
			Tyranneutes stolzmanni	Pajarito
		Thamnophilidae	*Herpsilochmus sp.*	(en blanco)
			Thamnophilus schistaceus	Hormiguero
		Troglodytidae	*Microcerculus marginatus*	Cucarachero
		Tyrannidae	*Tyrannulus elatus*	Atrapamoscas
	Piciformes	Rampastidae	*Pteroglossus azara*	Pincha
	Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon viridis*	Trogon coliblanco
MAMMALIA	Artiodactyla	Cervidae	*Mazama nemorivaga*	Venado
		Tayassuidae	*Pecari tajacu*	Sajino
	Carnivora	Procyonidae	*Potos flavus*	Chosna
	Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Carachupa
	Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis sp.*	(en blanco)
	Perissodactyla	Tapiridae	*Tapirus terrestris*	Sachavaca
	Rodentia	Cricetidae	*Hylaeamys cf. megacephalus*	Sacha cui
			Hylaeamys sp.	Sacha cui
		Cuniculidae	*Cuniculus paca*	Majas
		Dasyproctidae	*Dasyprocta fuliginosa*	Añuje
REPTILIA	Squamata	Alopoglossidae	*Alopoglossus angulatus*	Lagartija
		Polychrotidae	*Anolis fuscoauratus*	Lagartija

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- **Herpetofauna**

Se encontraron siete especies pertenecientes la clase Amphibia, siendo el orden Anura el único representante. Las especies registradas se distribuyen en cinco familias de las cuales se destacan Hylidae y Aromobatidae por ser las más ricas con 2 especies cada una y las familias Bufonidae, Strabomantidae y Leptodactylidae solo estuvieron representadas por una especie (**Figura 3-30**).

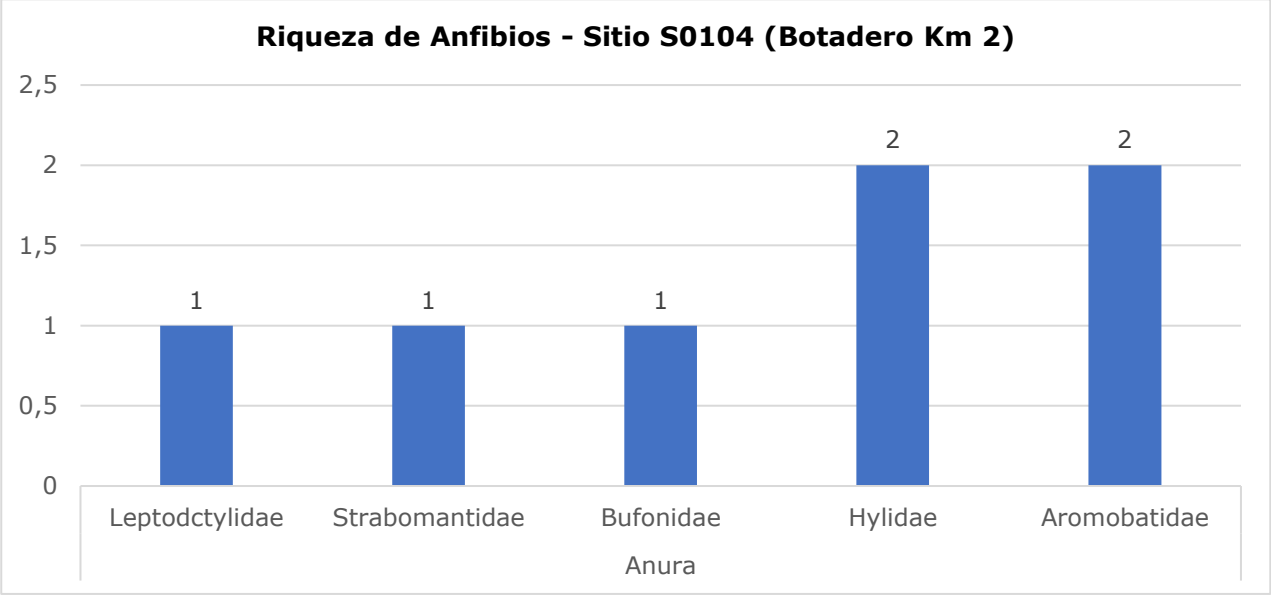


Figura 3-30. Composición de Riqueza de Herpetofauna, en Fauna
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Las especies más abundantes fueron el *Rhinella margaritifera (*sapo*)* con un valor de abundancia relativa de 30%, seguido de la rana *Allobates sp (*Rana*)* con un 20%. Las cinco especies restantes mostraron valores de abundancia relativa de 10% cada una (**Figura 3-31**).

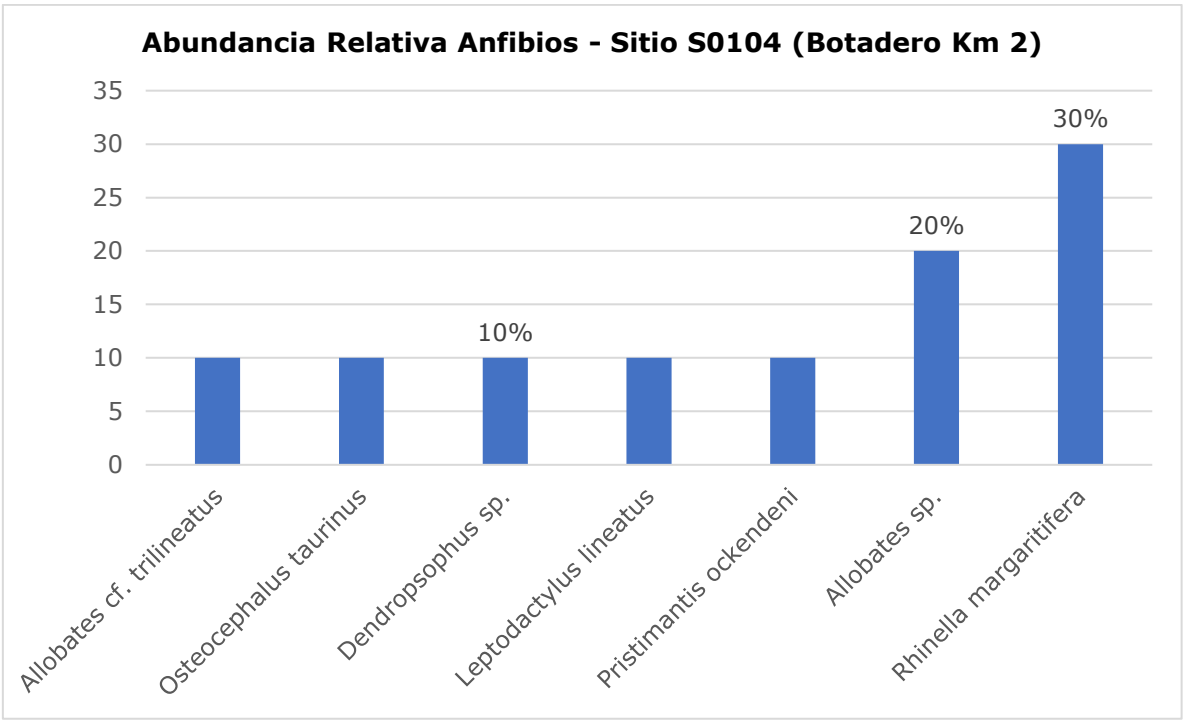


Figura 3-31. Abundancia de Anfibios – Sitio S0104 (Botadero km2)
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Fotografía 3-33 *Rhinella margaritifera*
Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Fotografía 3-34. *Allobates sp*
Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En cuanto al grupo de los Reptiles, se encontraron dos especies de lagartijas que hacen parte del orden Squamata, *Alopoglossus angulatus (*Lagartija*), Anolis fuscoauratus* (Lagartija)*,* las cuales pertenecen a las familias Alopoglossidae y Polychrotidae respectivamente. La especie más abundante fue *A. angulatus* (Lagartija) con un 66,7% de los individuos registrados y *A. fuscoauratus* (fuscoauratus) *33,3%* (**Figura 3-32**).

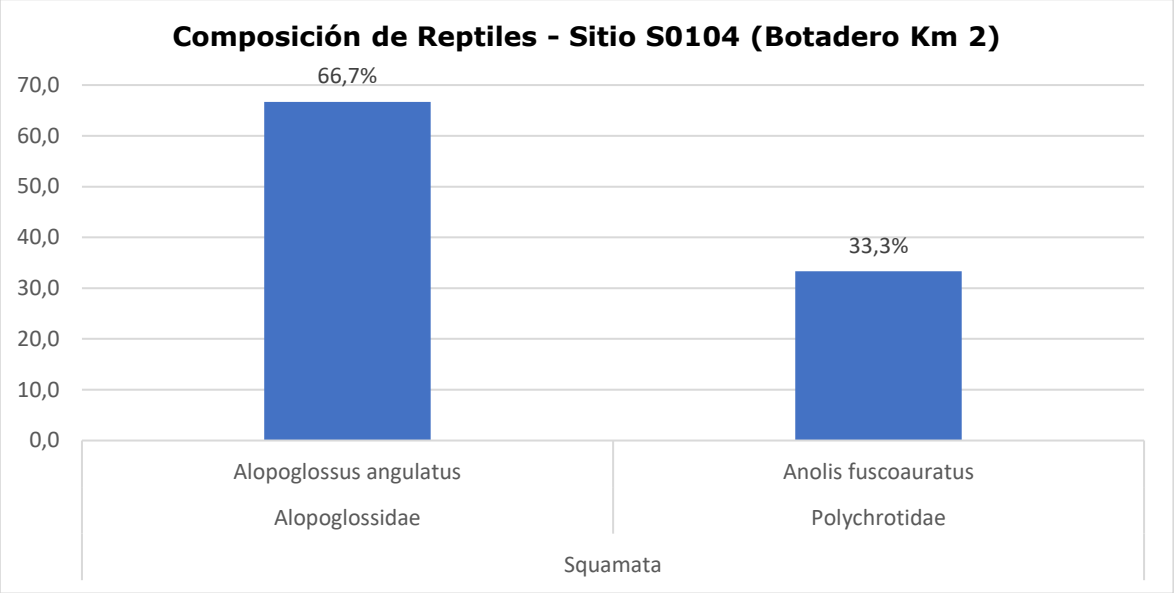


Figura 3-32. Reptiles registrados – Sitio S014 (Botadero km 2)
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Fotografía 3-35. *Alopoglossus angulatus*
Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Fotografía 3-36. *Anolis fuscoauratus*
Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- **Avifauna**

Se registraron 15 especies de aves las cuales fueron detectadas usando la cobertura vegetal de bosque secundario de Terraza (Bt) y zonas intervenidas. Las aves registradas se distribuyeron en 5 órdenes y 10 familias, siendo los Ordenes Passeriformes (Aves canoras) y Apodiformes (colibríes) los más ricos con 10 y 2 especies respectivamente. Las demás familias estuvieron representadas por una única especie (**Figura 3-33**).

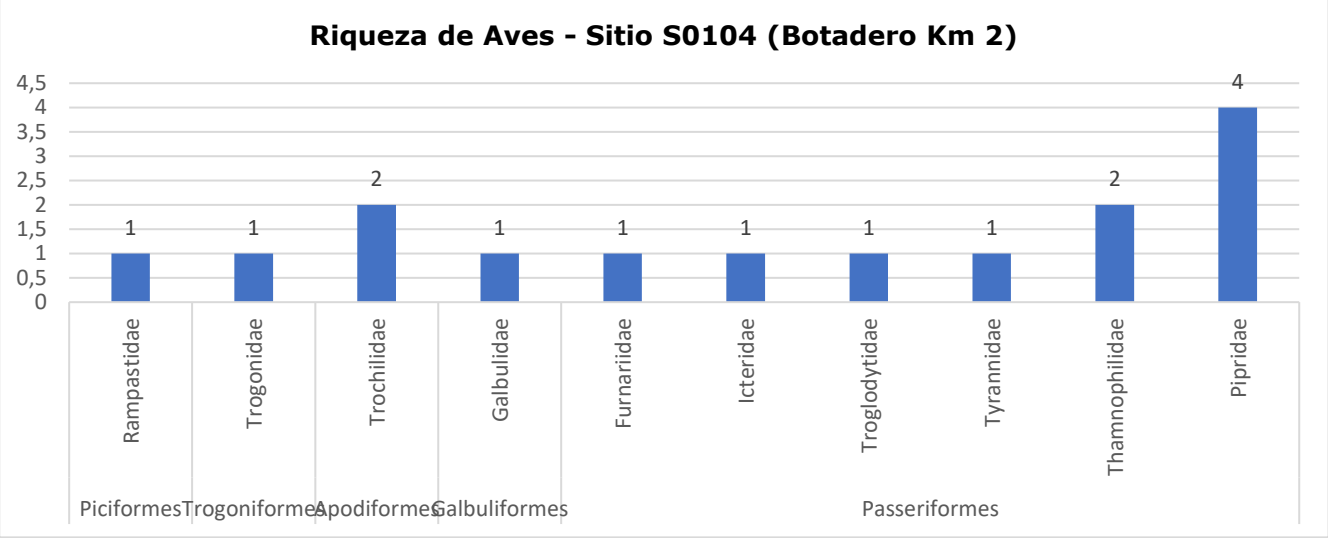


Figura 3-33. Riqueza de Aves – Sitio S0104 (Botadero km 2)
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Se realizó el análisis de abundancia relativa y se encontró que, el saltarín (*Manacus*) mostró el valor más alto con 21,7%, seguido del trogon de espalda verde *Trogon viridis* (Trogon coliblanco) y de otros tres saltarines pertenecientes a la familia Pipridae (*Tyranneutes stolzmanni* (Pajarito) y *Machaeropterus sp. (Saltarín)* los cuales mostraron valores de abundancia de 8,7% cada uno. Las especies restantes mostraron valores de abundancia de 4,3% (**Figura 3-34**).

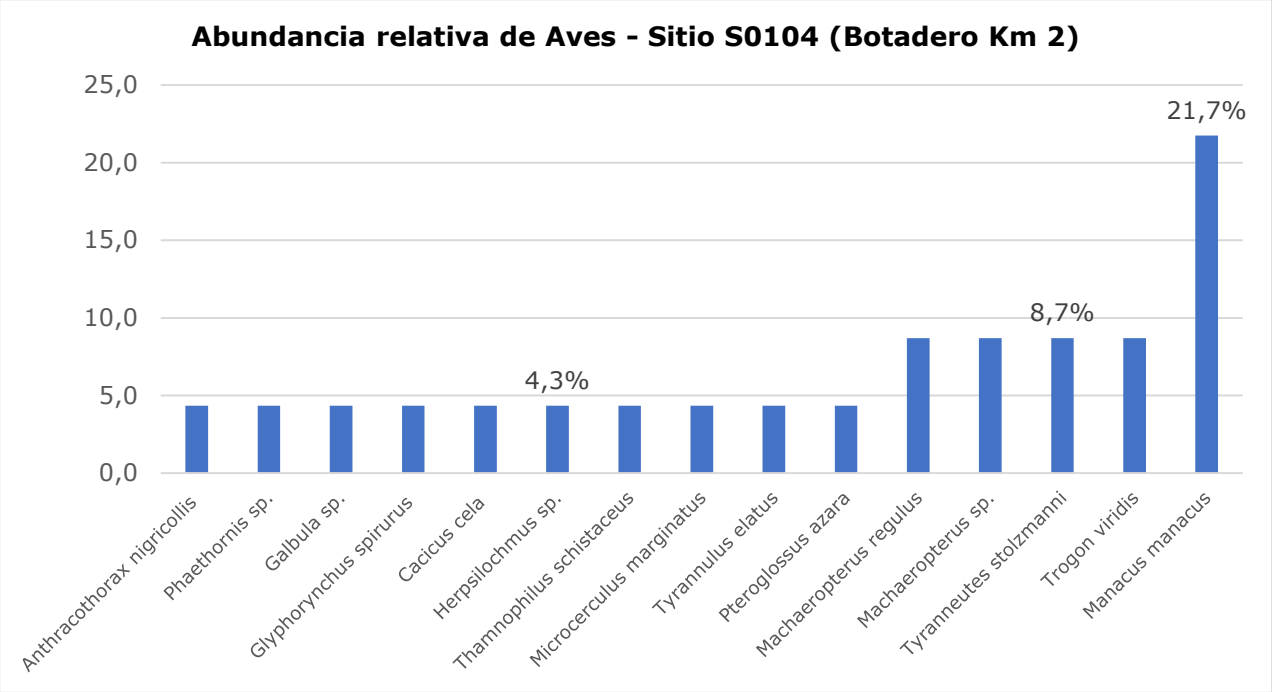


Figura 3-34. Abundancia de Aves en Sitio S0104 (Botadero km 2)
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Fotografía 3-37. Ave, Especie *Manacus manacus*
Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Fotografía 3-38. *Machaeropterus regulus*
Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- **Mastofauna**

Se registraron en total 10 especies de mamíferos distribuidos en los órdenes Artiodactyla (*Cervidae* (Venado) y *Tayassuidae* (Sajino) *Cingulata* (Carachupa) *Dasypodidae* (Carachupa), Carnivora *Procyonidae* (Chosna), Didelphimorphia, *Didelphis sp*., *Perissodactyla* (Sachavaca), *Tapiridae* (Sachavaca) y Rodentia (*Cuniculidae* (Majas), *Dasyproctidae* (Añuje), *Cricetidae*), todas ellas representadas por un único individuo con excepción de Cricetid (Sacha cui) la cual mostró dos posibles especies pertenecientes al género *Hylaemys sp (*Higuerón*).* (**Figura 3-35).**

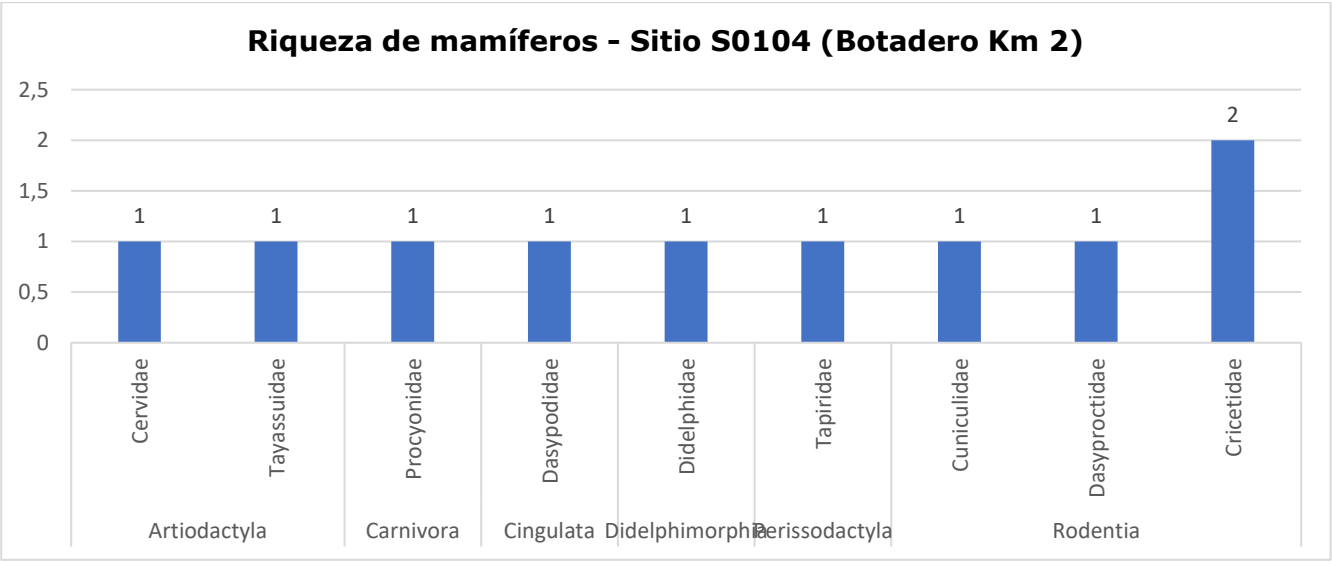


Figura 3-35. Mamíferos registrados en Sitio S0104 (Botadero km 2)
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

La especie más abundante fue la carachupa *Dasypus novemncinctus* (Carachupa) con un 40,6% de los registros totales obtenidos del grupo de los mamíferos, seguida del *Cuniculus paca (*majas*)* con 25%, el *Pecari tajacu* (Sajino) con 9,4% y el sachacui *Hylaeamys cf. Megacephalus* (Sacha cui) con 6,3%. Las demás especies estuvieron representadas por un 3,1% cada una (**Figura 3-36**).

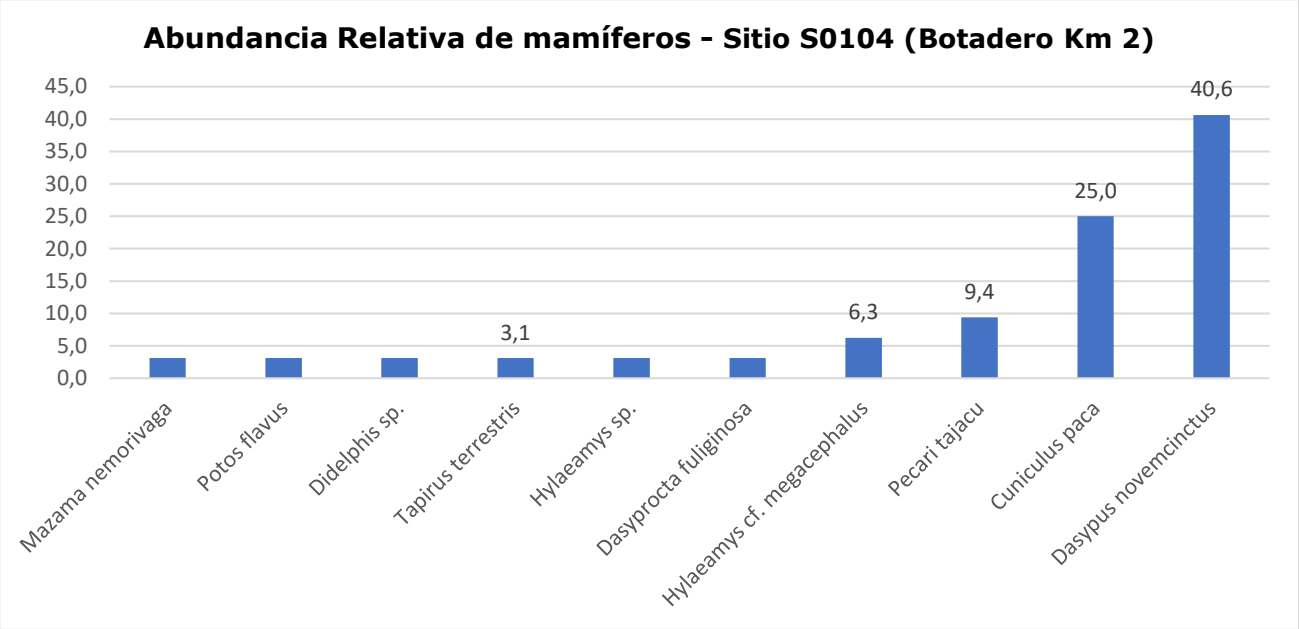


Figura 3-36. Abundancia de mamíferos – Sitio S0104 (Botadero km 2)
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Fotografía 3-39. *Hylaeamys sp*
Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Fotografía 3-40. *Cuniculus paca*
Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.6.6.3.4. Diversidad

Se realizó el análisis de diversidad para cada grupo taxonómico con el fin de tener un valor de referencia que pueda ser comparado en otras etapas de la rehabilitación y ver cómo cambian estos valores en el tiempo (**Tabla 3-106**).

Tabla 3-106. Índices de diversidad de fauna en Sitio S0104 (Botadero km 2)

	Reptiles			Anfibios			Mamíferos			Aves		
	Bt	Lower	Upper	Bt	Lower	Upper	Bt	Lower	Upper	Bt	Lower	Upper
Taxa_S	2	1	2	7	4	7	10	10	10	15	11	15
Individuals	3	3	3	10	10	10	32	32	32	23	23	23
Dominance_D	0.5556	0.5556	1	0.18	0.16	0.4	0.2461	0.1523	0.3418	0.09641	0.0775	0.1645
Simpson_1-D	0.4444	0	0.4444	0.82	0.6	0.84	0.7539	0.6582	0.8457	0.9036	0.8355	0.9225
Shannon_H	0.6365	0	0.6365	1.834	1.168	1.887	1.758	1.591	2.064	2.545	2.111	2.631
Evenness_e^H/S	0.9449	0.9449	1	0.8945	0.7454	0.9572	0.5798	0.4947	0.7875	0.8491	0.7164	0.9254
Brillouin	0.3662	0	0.3662	1.262	0.8525	1.302	1.435	1.278	1.702	1.915	1.634	1.985
Menhinick	1.155	0.5774	1.155	2.214	1.265	2.214	1.768	1.768	1.768	3.128	2.294	3.128
Margalef	0.9102	0	0.9102	2.606	1.303	2.606	2.597	2.597	2.597	4.465	3.189	4.465
Equitability_J	0.9183	0	0.9183	0.9427	0.8173	0.9756	0.7633	0.6908	0.8962	0.9396	0.87	0.9714
Fisher_alpha	2.622	0.5252	2.622	10.36	2.471	10.36	4.993	4.993	4.993	18.71	8.271	18.71
Berger-Parker	0.6667	0.6667	1	0.3	0.2	0.6	0.4063	0.25	0.5625	0.2174	0.1304	0.3478
Chao-1	2	1	2	12	4	16	17.5	10.17	25	24	12	42.5

*Bt=Bosque de terraza.
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.6.6.3.5. Especies de importancia Ecológica, Económica y Cultural

- **Especies Amenazadas y/o Endémicas**

Se encontró que cuatro especies se encuentran mencionadas en el apéndice II del CITES, lo cual quiere decir que, si bien estas especies no se encuentran en categoría de amenaza por su tamaño poblacional, si podrían llegar a estarlo de no controlarse su caza y comercialización. Adicionalmente, se encontró que, la *Tapirus terrestris (*Sachavaca*)* está mencionada en el D.S. 004 de 2014 bajo la categoría de casi amenazados (NT) y en la Unión Internacional para La conservación de la Naturaleza bajo la categoría de Vulnerable (VU) (**Tabla 3-107**).

Tabla 3-107. Especies Amenazadas del Sitio S0104 (Botadero km 2)

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Cites	D.S.004 de 2014	UICN
AMPHIBIA	Anura	Aromobatidae	*Allobates cf. trilineatus*	Rana	-	-	LC
			Allobates sp.	Rana	-	-	LC
		Bufonidae	*Rhinella margaritifera*	Sapo	-	-	LC
		Hylidae	*Osteocephalus taurinus*	Rana	-	-	LC
			Dendropsophus sp.	Rana	-	-	LC
		Leptodctylidae	*Leptodactylus lineatus*	Rana	-	-	LC
		Strabomantidae	*Pristimantis ockendeni*	Rana	-	-	LC
AVES	Apodiformes	Trochilidae	*Anthracothorax nigricollis*	Colibrí	II	-	LC
			Phaethornis sp.	Picaflor	II	-	LC
	Galbuliformes	Galbulidae	*Galbula sp.*	aliapishko	-	-	LC
	Passeriformes	Furnariidae	*Glyphorynchus spirurus*	Trepatroncos	-	-	LC
		Icteridae	*Cacicus cela*	Paucar	-	-	LC
		Pipridae	*Machaeropterus regulus*	Saltarín	-	-	LC
			Machaeropterus sp.	Saltarín	-	-	LC
			Manacus manacus	Saltarín	-	-	LC
			Tyranneutes stolzmanni	Pajarito	-	-	LC
		Thamnophilidae	*Herpsilochmus sp.*	(en blanco)	-	-	LC
			Thamnophilus schistaceus	Hormiguero	-	-	LC
		Troglodytidae	*Microcerculus marginatus*	Cucarachero	-	-	LC
		Tyrannidae	*Tyrannulus elatus*	Atrapamoscas	-	-	LC
	Piciformes	Rampastidae	*Pteroglossus azara*	Pincha	-	-	LC
	Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon viridis*	Trogon coliblanco	-	-	LC
MAMMALIA	Artiodactyla	Cervidae	*Mazama nemorivaga*	Venado	-	-	LC
		Tayassuidae	*Pecari tajacu*	Sajino	II	-	LC
	Carnivora	Procyonidae	*Potos flavus*	Chosna	-	-	LC
	Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Carachupa	-	-	LC
	Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis sp.*	zorro	-	-	LC
	Perissodactyla	Tapiridae	*Tapirus terrestris*	Sachavaca	II	NT	VU

Clase	Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Cites	D.S.004 de 2014	UICN
	Rodentia	Cricetidae	*Hylaeamys cf. megacephalus*	Sacha cui	-	-	LC
			Hylaeamys sp.	Sacha cui	-	-	LC
		Cuniculidae	*Cuniculus paca*	Majas	-	-	LC
		Dasyproctidae	*Dasyprocta fuliginosa*	Añuje	-	-	LC
REPTILIA	Squamata	Alopoglossidae	*Alopoglossus angulatus*	Lagartija	-	-	LC
		Polychrotidae	*Anolis fuscoauratus*	Lagartija	-	-	LC

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En cuanto a endemismos y/o casi endemismos no se registró ninguna especie bajo esta categoría.

- **Migratorias**

Durante el presente estudio no se observaron especies migratorias en ninguna de las épocas muestreadas.

- **Especies de Importancia ecológica, económica o cultural**

Se destacan las especies registradas en el Sitio S0104 (Botadero km 2) que son consumidas por el ser humano como, el venado, el Majás y la carachupa. De las anteriores, se destaca a la carachupa de la cual se reconocieron evidencias de uso del área más claras que las demás debido a que se hallaron posibles madrigueras en o muy cerca de la zona afectada. Así mismo, la herpetofauna registrada adquiere igual importancia debido a que su capacidad de desplazamiento es más limitada y pueden llegar a ser buenos indicadores de contaminación.

3.7. Interpretación de Resultados

3.7.1. Interpretación de Resultados de Suelos

3.7.1.1. *Fracciones de Hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40) en Niveles de Fondo*

A continuación, en la **Figura 3-37**, se presenta la concentración de las fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40), registrada en la muestra compuesta del Nivel de fondo que se tomó en el Sitio S0104 (Botadero km 2).

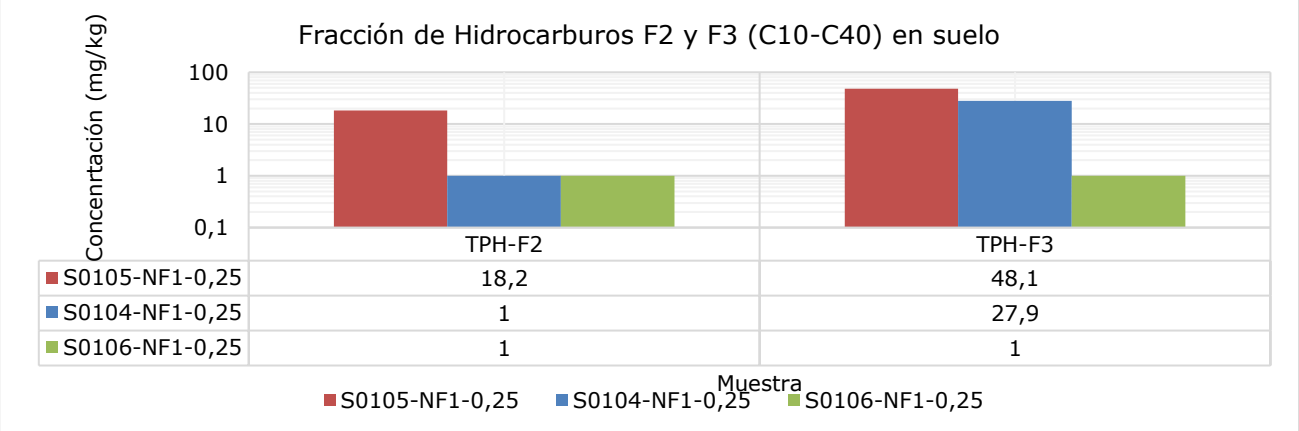


Figura 3-37. Concentración de la Fracción de Hidrocarburos F2 y F3 en el Nivel de Fondo de Suelo

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la muestra Nivel de fondo S0105-NF1-0,25 la concentración de la fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28) es igual a 18,2 mg/kg y la concentración de la fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40) es igual a 48,1 mg/kg, aunque ambas fracciones de hidrocarburos presentan concentraciones por encima del límite de detección podría deberse a la presencia de material orgánico vegetal, de acuerdo a revisión bibliográfica, los autores Zhendhi Wang & Scott A. Stout en el libro *Oil Spill Environmental Forenceis*, mencionan que los hidrocarburos naturales provenientes de residuos de plantas vasculares (ceras, terpenos, grasas, entre otros), aumentan las concentraciones de HTP en la muestra. En las muestras de nivel de Fondo S0106-NF1-0,25 se observa que la concentración de las fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28) es inferior al límite de detección de la técnica analítica de cromatografía (LD<1), de la misma forma que para la muestra S0104-NF1-0,25 para F2; sin embargo, en el caso de F3 se reporta un valor de 27,9 mg/kg.

3.7.1.2. *Metales Totales en Niveles de Fondo*

A continuación, en la **Figura 3-38**, se presenta la concentración de Arsénico (As), Bario (Ba), Cadmio (Cd), Cromo (Cr), Mercurio (Hg) y Plomo (Pb) en la muestra compuesta del Nivel de fondo.

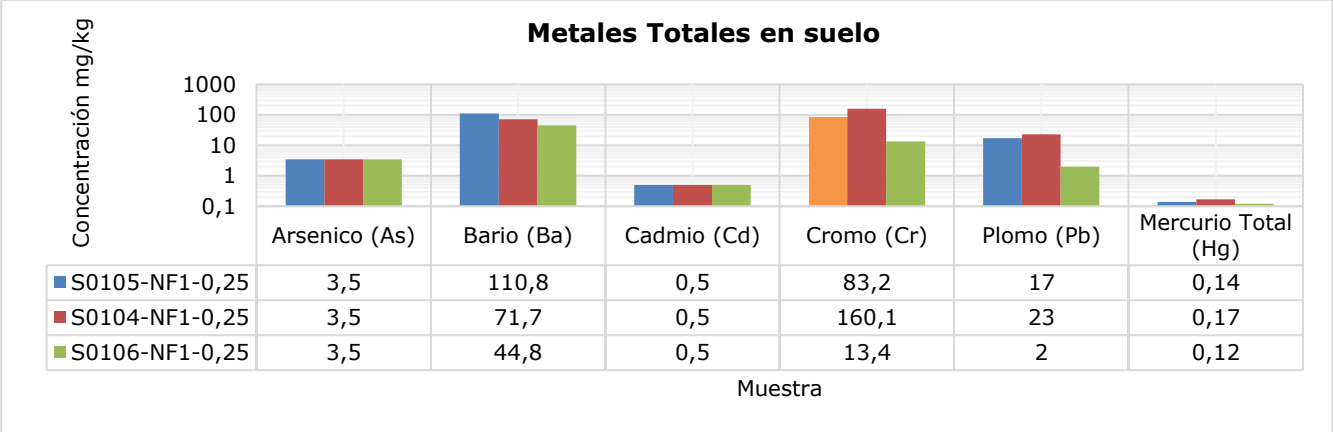


Figura 3-38. Concentración de Metales Totales en el Nivel de Fondo en Suelo
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Arsénico: la concentración de arsénico en la muestra Nivel de fondo es inferior al límite de detección (LD<3,5).
Bario: la concentración de Bario en las muestras de Nivel de fondo es igual a 110,8 mg/kg, 71.7 mg/kg y 44,8 mg/kg.
Cadmio: la concentración de Cadmio en la muestra Nivel de fondo es inferior al límite de detección. (LD<0,5).
Cromo: la concentración de Cromo en las muestras de Nivel de fondo es igual a 83,2 mg/kg, 160,1 mg/kg y 13,4 mg/kg.
Plomo: La concentración de Plomo en muestra Nivel de fondo es igual a 17 mg/kg.

Para la zona de estudio se tiene también, el Informe de "Determinación de Niveles de Fondo y Niveles de Referencia en Tres Asociaciones de Suelo del Departamento de Loreto (2015)" realizado por OEFA, en este documento se definieron los Niveles de fondo y de referencia para 32 metales, Cromo hexavalente, Cloruros, Fracciones de hidrocarburos F1, F2 y F3 en tres asociaciones de suelo: i) Gleysol dístrico – Histosol fíbrico (Gld-HSf), ii) Fluvisol eútrico – Gleysol eúrico (Fle-Gle) y iii) Cambisol dístrico – Acrisol háplico (CMd-ACH) del departamento de Loreto.

Los resultados de los Niveles de fondo del Informe de Determinación de Niveles de fondo para el Arsénico, Bario, Cadmio, Cromo, Mercurio y Plomo se presentan en la **Tabla 3-108**.

Tabla 3-108. Resultados de Niveles de Fondo del Informe de OEFA (mg/kg)

Parámetro	Gleysol dístrico – Histosol fíbrico (Gld-HSf)	Fluvisol eútrico – Gleysol eúrico (Fle-Gle)	Cambisol dístrico – Acrisol háplico (CMd-ACH)
Arsénico	1,59	8,567	0,911
Bario total	297,3	149,8	215,5
Cadmio	0,232	0,268	0,0815
Cromo total	31,31	29,74	23,48
Mercurio	0,159	0,0373	0,462
Plomo	11,44	13,58	7,71

Fuente: Informe de Determinación de Niveles de Fondo y Niveles de Referencia en Tres Asociaciones de Suelo del Departamento de Loreto, 2015.

Al comparar los resultados de la muestra Nivel de fondo identificada con el código S0104-NF001-0,25, con el informe de determinación de los Niveles de fondo elaborado por OEFA, se encuentra una diferencia significativa en la concentración de Bario total; según los estudios de OEFA, el valor máximo para Bario es igual a 215,5 mg/kg, la medición del Nivel de fondo realizada en campo arroja un resultado de 71,7 mg/kg; la máxima concentración de Cromo determinada en el informe de OEFA es igual 23,48 mg/kg., mientras que en la muestra Nivel de Fondo, S0104-NF001-0,25, la concentración es igual a 160,1 mg/kg., lo que indica que se pueden presentar diferentes variaciones en la concentración para un mismo elemento.

La concentración de los demás parámetros es similar.

A continuación, en la **Figura 3-39**, se muestra el resultado del muestreo de suelo en el Sitio S0104 (Botadero km 2).

En el **Anexo 6.4.1**, se encuentra el mapa de resultado del muestreo de suelos

Figura 3-39. Resultado de Muestreo de Suelos
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.7.1.3. *Potencial de Hidrogeno (pH)*

A continuación, se presentan en la **Figura 3-40**, los resultados de los pH representativos para las muestras de suelo del Sitio S0104 (Botadero km 2).

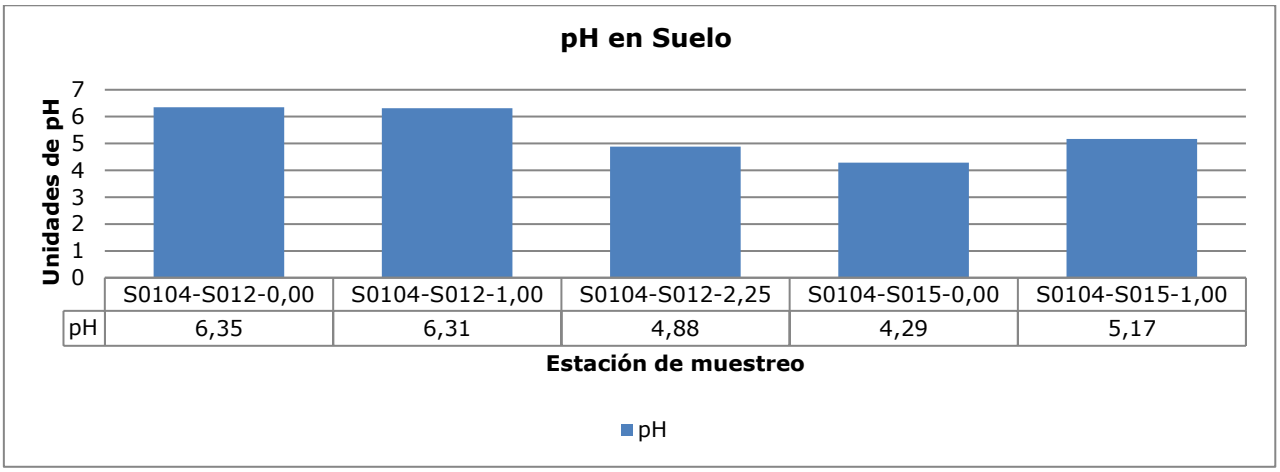


Figura 3-40. pH del suelo
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

El pH se analizó en cinco (5) puntos diferentes, el pH oscila entre 4,88 y 6,35.
Según Silvia (2000), el pH del suelo es una medida de la acidez o alcalinidad de un suelo, y afecta la disponibilidad de los nutrientes, la actividad de microorganismos y la solubilidad de minerales del suelo. Factores importantes que afectan el pH edáfico son la temperatura y las precipitaciones. Valores extremos de pH, pueden provocar la precipitación de ciertos elementos químicos que estarán en forma no disponible para las plantas.

Según Mancilla (2000) un suelo se considera muy fuertemente ácido cuando el pH está comprendido entre 4,5 y 5,0, esto se debe al exceso de Manganeso (Mn), Hierro (Fe) y Aluminio (Al), el bajo pH incide en la disponibilidad de nutrientes como el Fósforo (P), Calcio Ca) y Magnesio (Mg), suelos con un pH entre 5,1 y 5,5 se consideran fuertemente ácidos y entre 5,6 y 6,0 se consideran moderadamente ácidos.

Suelos con un pH entre 5,1 y 5,5 se consideran fuertemente ácidos y entre 5,6 y 6,0 se consideran moderadamente ácidos.

3.7.1.4. *Hidrocarburos Totales del Petróleo (HTP) en Suelo*

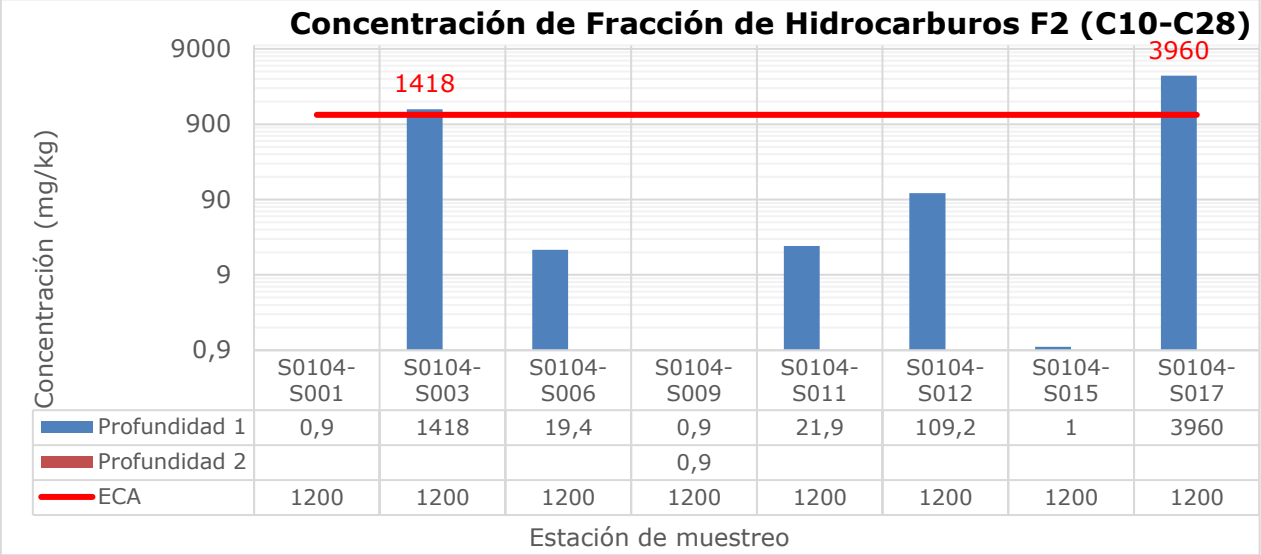
3.7.1.4.1. Fracción de Hidrocarburos F1 (C6-C10)

La concentración de la fracción de hidrocarburos F1 (C6-C10), no supera el límite establecido en el D.S. N° 011-2017-MINAM, que reglamenta los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.

La alta volatilidad de las fracciones de hidrocarburos F1 (C6-C10), provoca que bajo condiciones normales de Temperatura y Presión se produzca la transición de las fracciones F1 de estado líquido a estado gaseoso, por lo tanto, el impacto de estas fracciones sobre el ecosistema del Sitio S0104 (Botadero km 2) es relativamente bajo, debido a que la mayor concentración de estas fracciones se ha volatilizado.

3.7.1.4.2. Fracción de Hidrocarburos F2 (>C10-C28)

A continuación, en la **Figura 3-41**, se presenta la concentración de la fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28), registrada en los puntos de muestreo del Sitio S0104 (Botadero km 2).



	S0104-S001	S0104-S003	S0104-S006	S0104-S009	S0104-S011	S0104-S012	S0104-S015	S0104-S017
Profundidad 1	0,9	1418	19,4	0,9	21,9	109,2	1	3960
Profundidad 2				0,9				
ECA	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200	1200

Figura 3-41. Concentración de Fracción de Hidrocarburos F2 (>C10-C28) en Suelo
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En el punto de muestreo S0104-S003 a la profundidad de 0,30 m, y en el punto de muestreo S0104-S017 a la profundidad de 1,80 m., la concentración de la fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28), supera el límite establecido en el D.S. N° 011-2017-MINAM, que reglamenta los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.

El muestreo de la fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28) se realizó en ocho (8) puntos de muestreo y se analizaron ocho (8) muestras de suelo, la concentración máxima de la fracción de hidrocarburos F2 es igual a 3960 ppm.

La presencia de fracciones de hidrocarburos, se debe a la inadecuada disposición de lubricantes, grasas y aceites que fueron enterrados en celdas a profundidades que oscilan entre 0,30 y 2,5 m.

Las celdas en donde se enterraron los residuos están ubicadas en toda el área impactada, el suelo de las celdas se caracteriza por ser secuencias continuas de suelo removido no autóctono, que fue utilizado para compactar, rellenar y tapar las excavaciones en donde se dispusieron residuos de diversa naturaleza.

Las fracciones de hidrocarburos que se encontraron han migrado a través de los sustratos de suelo hasta una profundidad de 3,0 m, pero su dispersión es puntual y específica y no abarca la totalidad del área de la terraza alta; por ejemplo.

El punto de muestreo S0104-S006 está ubicado en la parte central, la concentración de la fracción de hidrocarburos F2 es igual a 1418 mg/kg., el suelo hasta la profundidad de 1,25 m., es limo arcilloso, y ligeramente compacto, hasta esta profundidad se encontraron residuos de diversa naturaleza (plásticos, metales, vidrio, grasas, etc.), a partir de 1,25 m., la secuencia de arcillas es continua y compacta.

El punto de muestreo S0104-S017 está ubicado en el oeste de la zona impactada, la concentración de la fracción de hidrocarburos F2 es igual a 3960 mg/kg., el suelo hasta la profundidad de 2,10 m., es arcilloso limoso, hasta esta profundidad se encontraron residuos de diversa naturaleza.

Las fracciones de hidrocarburos debido a fenómenos de dispersión, emulsificación y disolución, están contaminando las aguas de infiltración que se han percolado a través del suelo removido y no compacto de la terraza alta del botadero; las aguas de infiltración están siendo retenidas por las capas naturales de arcilla.

En la **Figura 3-42**, se presenta la figura de Isoconcentraciones para la Fracción F2 (>C10-C28).

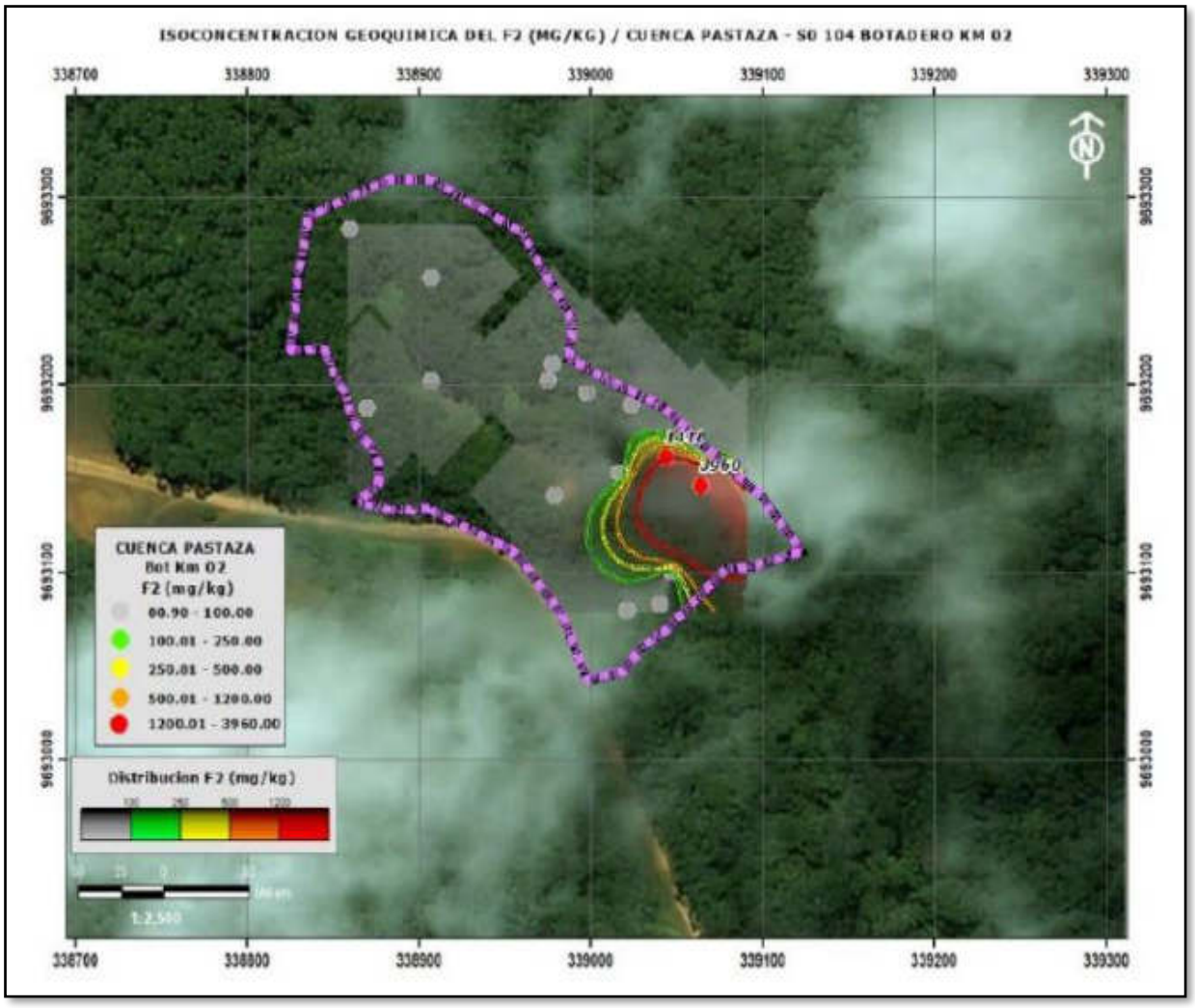


Figura 3-42. Isoconcentración de la Fracción de Hidrocarburos F2 (>C10-C28) en Suelo
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

El mapa de la Isoconcentración de la Fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28), indica que no se ha presentado la migración del contaminante hacia sustratos adyacentes a la fuente, la anomalía que se observa es puntual y específica.

3.7.1.4.3. Fracción de Hidrocarburos F3 (>C28-C40)

A continuación, en la **Figura 3-43,** se presenta la concentración de la fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40) registrada en los puntos de muestreo del Sitio S0104 (Botadero km 2).

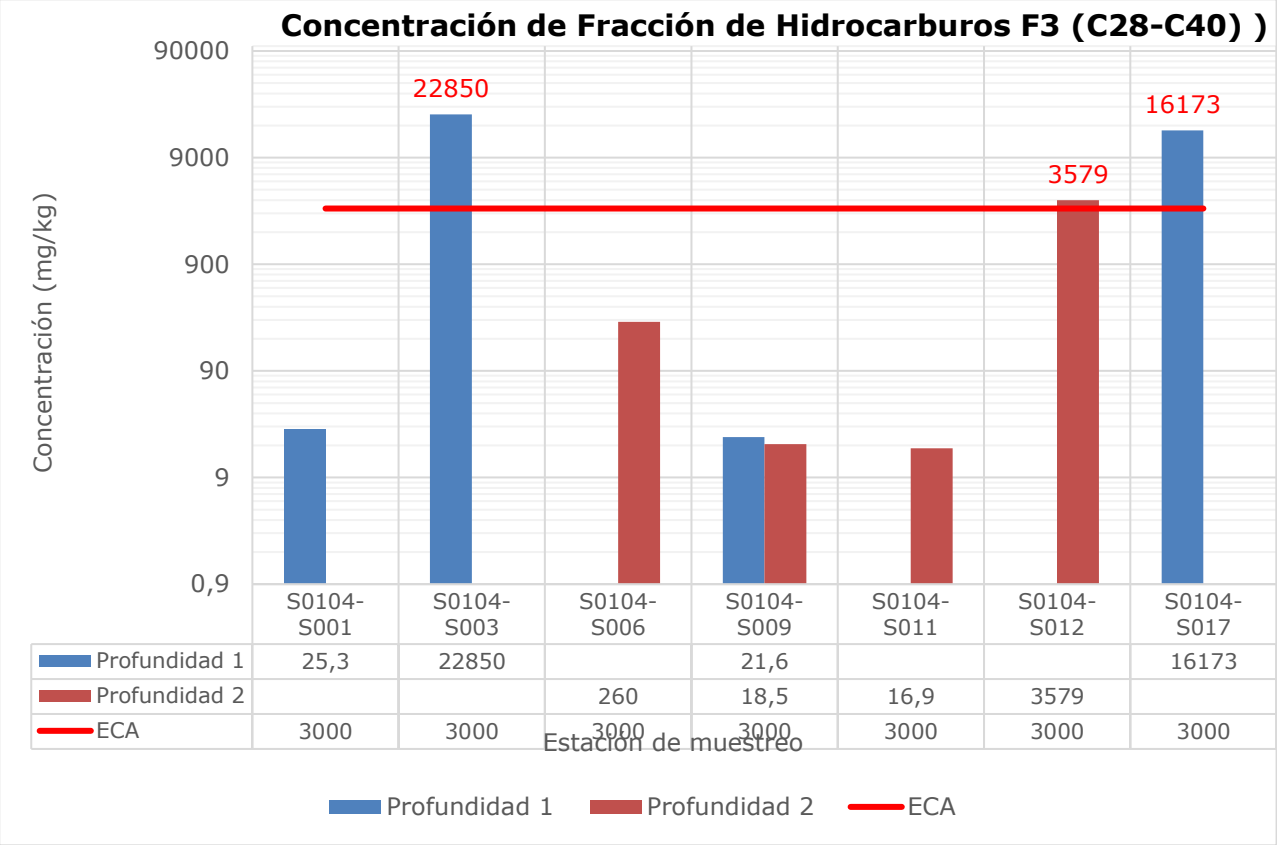


Figura 3-43. Concentración de la Fracción de Hidrocarburos F3 (>C28-C40) en Suelo
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En los puntos de muestreo S0104-S003 a la profundidad de 0,30 m, S0104-S012 a la profundidad de 1,0 m., y S0104-S017 a la profundidad de 1,80, la concentración de la fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40) supera el límite establecido en el D.S. N° 011-2017-MINAM, que reglamenta los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.

El muestreo de la fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40) se realizó en ocho (8) puntos de muestreo y se analizaron once (11) muestras, la concentración máxima de la fracción de hidrocarburos F3 es igual a 22850 ppm.

La dispersión y difusión de las fracciones de hidrocarburos F2 y F3, no es sistemática, sino que está sectorizada en diferentes puntos del botadero.

La dinámica de migración y dispersión de la fracción de hidrocarburos F3 es análoga a la dispersión de la fracción F2.

En la **Figura 3-44**, se presentan las Isoconcentraciones para la fracción F3 (>C28-C40).

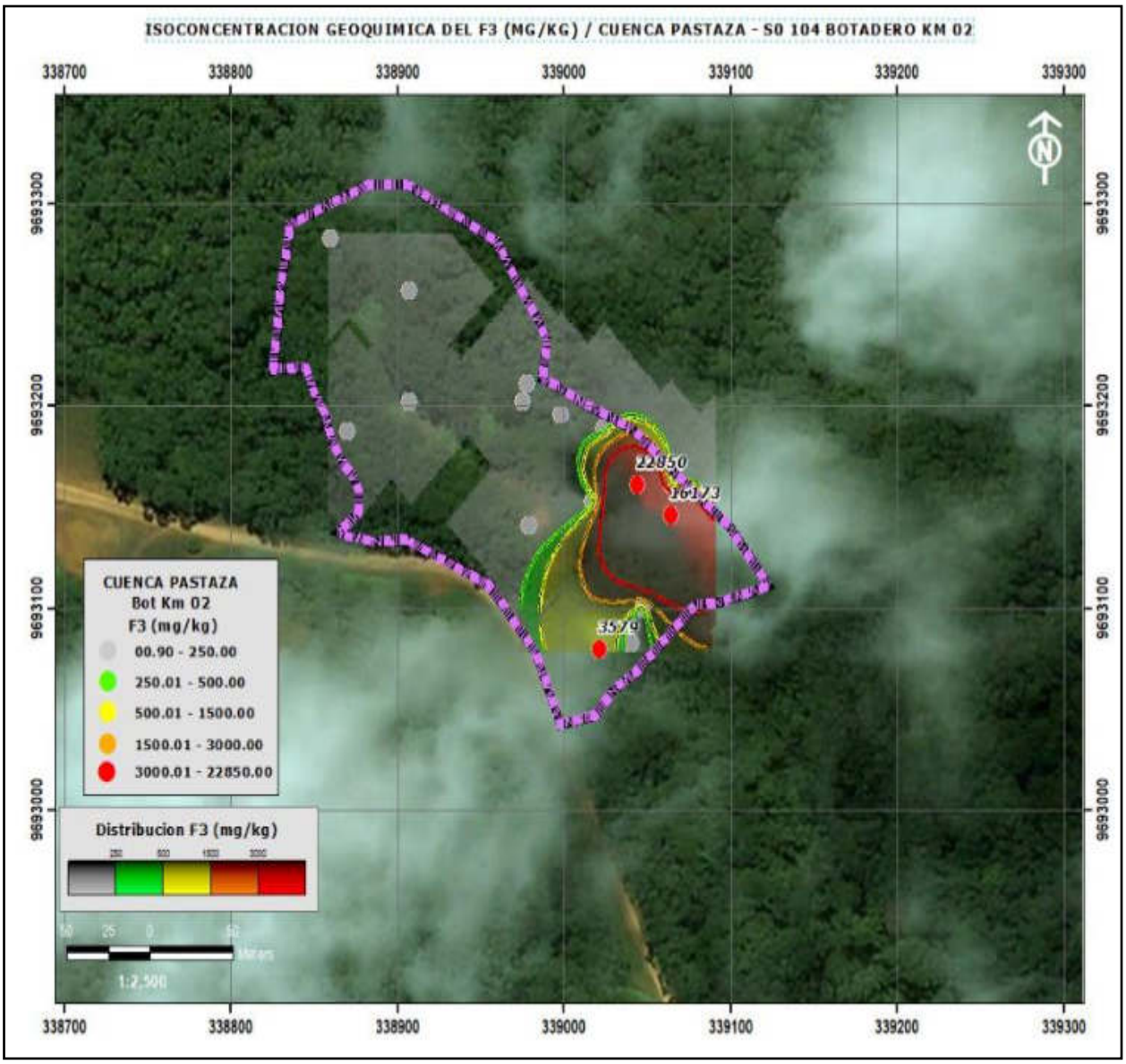


Figura 3-44. Isoconcentración de la Fracción de Hidrocarburos F3 (>C28-C40) en Suelo
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

El mapa de la fracción F3 (>C28-C40), indica que hay tres puntos con una anomalía en donde la concentración está en el rango entre 3000 a 22850 mg/kg.

El mapa de Isoconcentración de la fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40), indica que la dinámica de dispersión de la fracción de hidrocarburos F3 es específica y que estas fracciones no han migrado hacia sustratos de suelo colaterales.

En el punto de muestreo en donde la fracción de hidrocarburos F2 supera el límite ECA, también en forma asociada se encuentra la fracción de hidrocarburos F3 con una concentración que supera también el ECA.

3.7.1.5. *Hidrocarburos Orgánicos Volátiles (BTEX) en Suelo*

3.7.1.5.1. Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xileno

Los compuestos de hidrocarburos aromáticos (BTEX) como el Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xileno tienen altas presiones de vapor (entre 2,8 y 10 kPa a 20°C), aspecto que hace que sea poco probable encontrar estos compuestos en el medio ambiente. Los resultados de los análisis obtenidos para estos compuestos están por debajo de límite de detección de la técnica de cromatografía empleada por el laboratorio.

Así entonces las concentraciones de los compuestos aromáticos (BTEX), no superan los límites establecidos por el D.S. N° 011-2017-MINAM, que reglamenta los Estándares de Calidad Ambiental para el Suelo; por lo tanto, el Benceno, Tolueno, Etilbenceno y la mezcla de xilenos (o-Xileno, p-Xileno, m-Xileno) se caracterizaron dada su alta volatilidad y baja concentración detectada.

3.7.1.6. *Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAH's)*

3.7.1.6.1. Benzo (a) Pireno y Naftaleno

La concentración de Benzo (a) Pireno y Naftaleno, no supera el límite establecido por el D.S. N° 011-2017-MINAM, que reglamenta los Estándares de Calidad Ambiental para el Suelo.

Así mismo la concentración de Benzo (a) Pireno y Naftaleno es inferior al límite de detección de la técnica analítica de cromatografía, por lo tanto, no son un contaminante de preocupación.

3.7.1.6.2. Benzo (a) Antraceno, Benzo (b) Fluoranteno, Dibenzo (a,b) Antraceno, Fenantreno, Indeno (1,2,3 cd) Pireno y Pireno

La concentración de Benzo (a) Antraceno, Benzo (b) Fluoranteno, Dibenzo (a, b) Antraceno, Fenantreno, Indeno (1,2,3 cd) Pireno y Pireno no supera el límite establecido en *"Interim Soil Quality Criteria of Canadian Soil Quality Guidelines (CCME, 1991)".*

3.7.1.7. *Bifenilos Policlorados Totales (PCB's)*

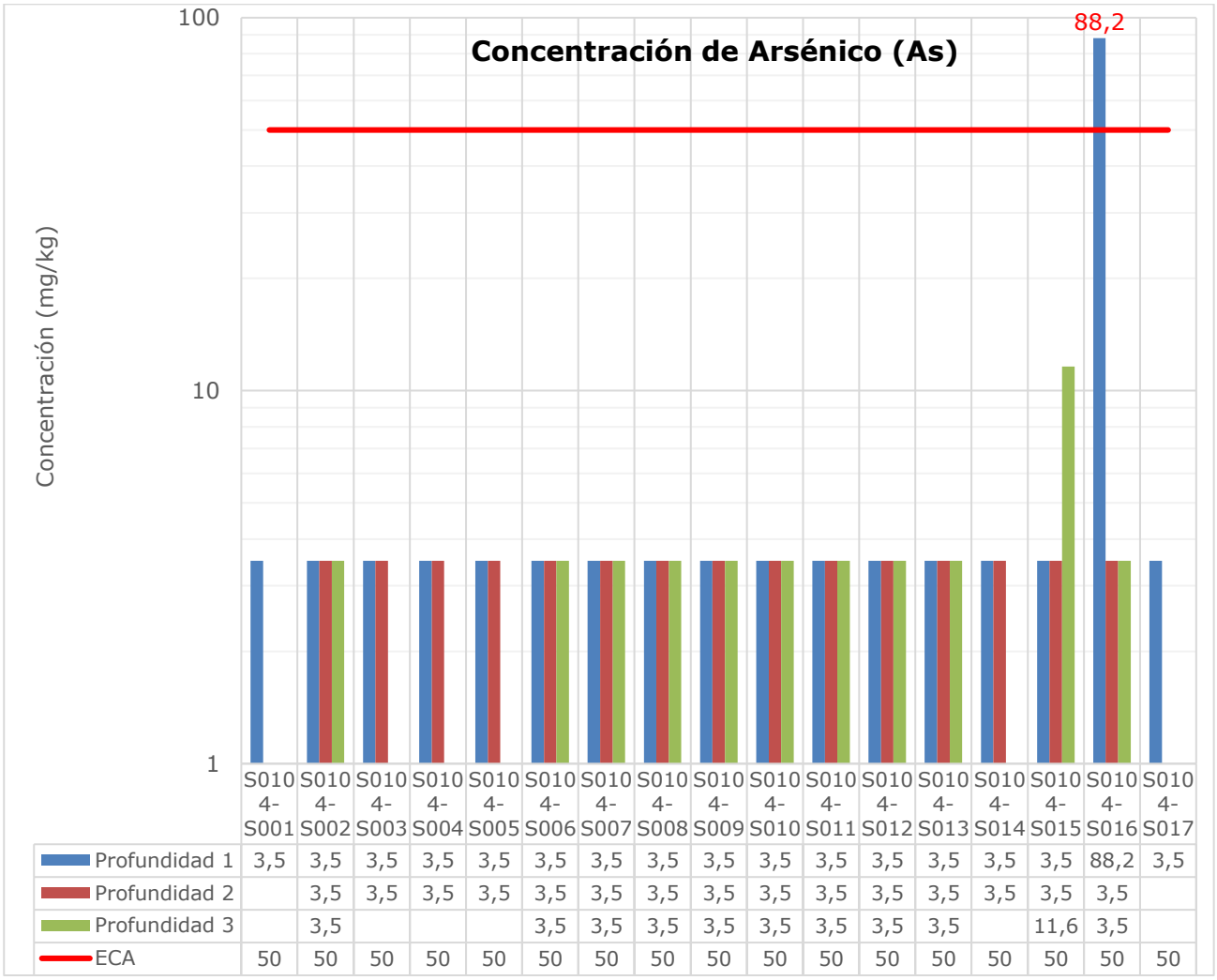
La concentración de bifenilos policlorados registrada en época seca y época húmeda, no supera el límite establecido en el D.S. N° 011-2017-MINAM que reglamenta los Estándares de Calidad Ambiental para el Suelo.

Así mismo la concentración de PCB's, es inferior al límite de detección de la técnica analítica de cromatografía.

3.7.1.8. *Metales Totales en Suelo*

3.7.1.8.1. Arsénico (As)

A continuación, en la **Figura 3-45,** se presenta la concentración del Arsénico (As), registrada en los puntos de muestreo del Sitio S0104 (Botadero km 2).



	S0104-S001	S0104-S002	S0104-S003	S0104-S004	S0104-S005	S0104-S006	S0104-S007	S0104-S008	S0104-S009	S0104-S010	S0104-S011	S0104-S012	S0104-S013	S0104-S014	S0104-S015	S0104-S016	S0104-S017
Profundidad 1	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	88,2	3,5
Profundidad 2		3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	
Profundidad 3		3,5				3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5		11,6	3,5	
ECA	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50

Figura 3-45. Concentración del Arsénico (As) en Suelo
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En el punto de muestreo S0104-S016, a la profundidad de 0,00, la concentración de Arsénico es igual a 88,2 mg/kg, superando el límite establecido en el D.S. N° 011-2017-MINAM, que reglamenta los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.

El muestreo de Arsénico (As) se realizó en dieciséis (16) puntos y se analizaron cuarenta y cuatro (44) muestras de suelo.

La concentración de Arsénico (As) para todos los puntos es inferior al límite de detección, exceptuando el punto de muestreo S0104-S015 en donde la concentración de Arsénico es igual a 11,6 mg/kg., y en el punto de muestreo S0104-S016 en donde a la profundidad de 0,0 m., la concentración es igual a 88,2 mg/kg., progresivamente en la medida que se incrementa la profundidad la concentración de Arsénico disminuye hasta ser inferior al límite de detección.

La acumulación de Arsénico (As), se está presentando sobre un talud en donde hay una gran estructura metálica enterrada, la acumulación no es sistemática, sino que está sectorizada en un punto del botadero.

La concentración de Arsénico en la muestra Nivel de Fondo es menor al límite de detección (LD<3,5 mg/kg).

En la **Figura 3-46**, se presenta el resultado de la Isoconcentración para el Arsénico.

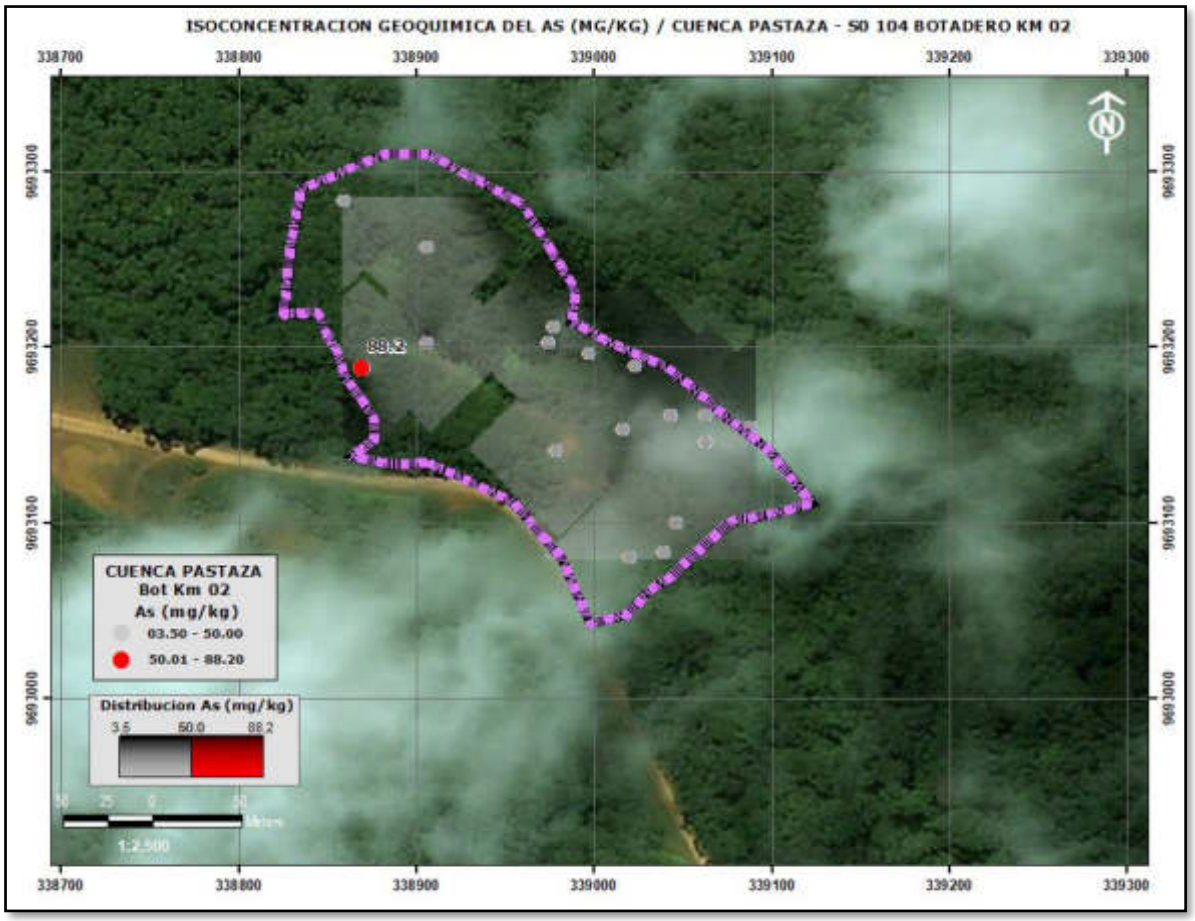
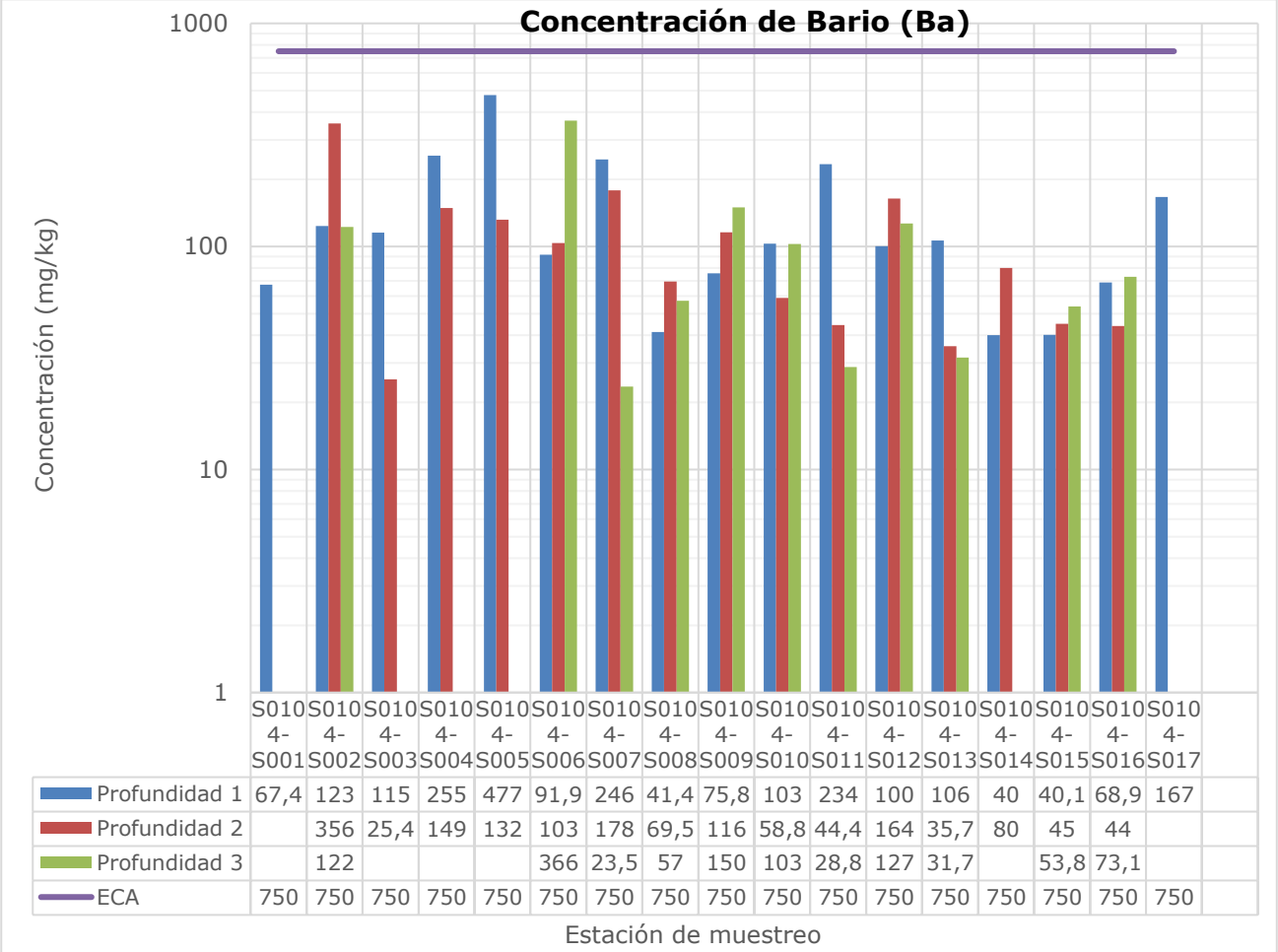


Figura 3-46. Isoconcentración de Arsénico (As) en Suelo
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

El mapa de Isoconcentración de Arsénico (As) indica que hay un punto con una anomalía en donde la concentración de Arsénico está en el rango entre 50 y 88,20 mg/kg. Este punto corresponde a la estación de muestreo S0104-S016 en donde la concentración de Arsénico es igual a 88,20 mg/kg., a la profundidad de 0,0 m.

3.7.1.8.2. Bario (Ba)

A continuación, en la **Figura 3-47**, se presenta la concentración de Bario total, registrada en los puntos de muestreo del Sitio S0104 (Botadero km 2).



	S0104-S001	S0104-S002	S0104-S003	S0104-S004	S0104-S005	S0104-S006	S0104-S007	S0104-S008	S0104-S009	S0104-S010	S0104-S011	S0104-S012	S0104-S013	S0104-S014	S0104-S015	S0104-S016	S0104-S017
Profundidad 1	67,4	123	115	255	477	91,9	246	41,4	75,8	103	234	100	106	40	40,1	68,9	167
Profundidad 2		356	25,4	149	132	103	178	69,5	116	58,8	44,4	164	35,7	80	45	44	
Profundidad 3		122				366	23,5	57	150	103	28,8	127	31,7		53,8	73,1	
ECA	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750	750

Figura 3-47. Concentración de Bario en Suelo
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

La concentración de Bario total no supera al límite establecido en el D.S. N° 011-2017-MINAM, que reglamenta los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.

Se realizó el muestreo de metales en dieciséis (16) puntos de muestreo y se realizó el análisis de Bario en cuarenta y ocho (48) muestras de suelo; para dar cumplimento al programa QA/QC, se realizó un duplicado en el punto de muestreo S0104-S003 a la profundidad de 0,30 y en el punto de muestreo S0104-S014 a la profundidad de 0,40 m.

La concentración máxima de Bario se encontró en el punto S0104-S005 a la profundidad de 0,00 m, y es equivalente a 477,3 mg/kg.

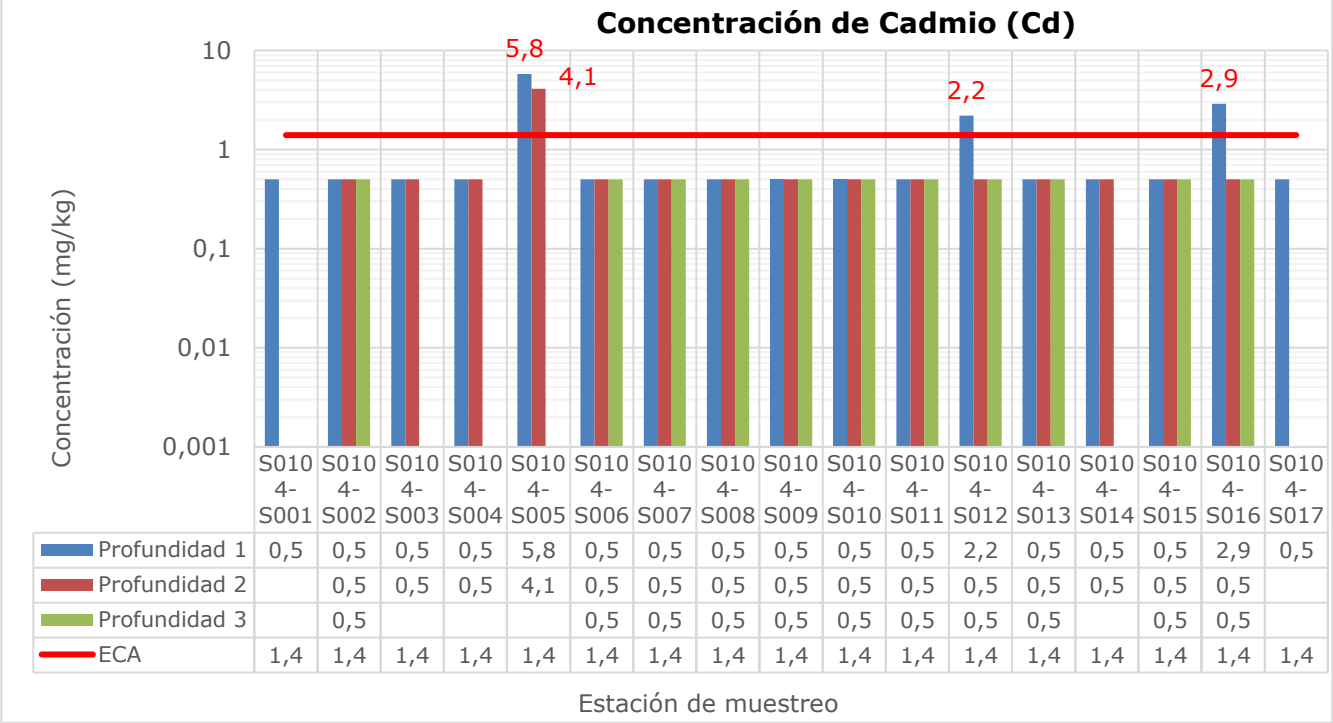
Al comparar la concentración del Bario (Ba) en las muestras Nivel de fondo, S0104-NF1-0,25, la cual es igual a 71,7 mg/kg., y S0106-NF1-0,25, la cual es igual a 44,8 mg/kg., con la concentración máxima registrada en el área del Sitio S0104 (Botadero km 2), se concluye que en el sitio se realizó la disposición de lodos de perforación con contenidos de baritina.

3.7.1.8.3. Bario Extraíble

Debido a que, en los puntos de muestreo, la concentración de Bario total no supera el límite ECA, no se realiza el ensayo de extracto TCLP para determinar el Bario extraíble.

3.7.1.8.4. Cadmio (Cd)

A continuación, en la **Figura 3-48**, se presenta la gráfica de la concentración de Cadmio, registrada en los puntos de muestreo del Sitio S0104 (Botadero km 2).



	S0104-S001	S0104-S002	S0104-S003	S0104-S004	S0104-S005	S0104-S006	S0104-S007	S0104-S008	S0104-S009	S0104-S010	S0104-S011	S0104-S012	S0104-S013	S0104-S014	S0104-S015	S0104-S016	S0104-S017
Profundidad 1	0,5	0,5	0,5	0,5	5,8	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	2,2	0,5	0,5	0,5	2,9	0,5
Profundidad 2		0,5	0,5	0,5	4,1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
Profundidad 3		0,5				0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5		0,5	0,5	
ECA	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4

Figura 3-48. Concentración de Cadmio (Cd) en Suelo
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

El muestreo de Cadmio (Cd) se realizó en dieciséis (16) puntos de muestreo y el análisis de Cadmio se hizo en cuarenta y ocho (48) muestras de suelo.

La concentración máxima de Cadmio se encontró en el punto S0104-S005 a la profundidad de 0,00 m, con una concentración de 5,8 mg/kg, superando el límite establecido en el D.S. Nº 011-2017-MINAM, que reglamente los Estándares de Calidad Ambiental para suelo. Además, en la misma estación a la profundidad de 0,80 m, con una concentración de 4,1 mg/kg, se supera al límite reglamentado en el ECA.

El punto S0104-S012, a una profundidad de 0,00 registra una concentración de Cadmio (2,2 mg/kg) supera al límite reglamentado en el ECA. Asimismo, en el punto S0104-S016, a una profundidad de 0,00, la concentración de Cadmio (2,9 mg/kg) supera al límite reglamentado en el ECA

En los trece (13) puntos restantes de muestreo la concentración de Cadmio es inferior al límite de detección de la técnica analítica de ensayo de metales totales por ICP óptico.

La concentración de Cadmio (Cd) en la muestra Nivel de Fondo, S0104-NF1-0,25 y S0106-NF1-0,25 es menor a 0,5 mg/kg., este valor es constante en todos los puntos de muestreo, salvo en el punto S0104-S005/ S012/ S016 en donde se presenta un pico en la concentración de Cadmio; por lo tanto, las variaciones presentadas en la concentración de Cadmio en suelo obedecen a factores antrópicos y no está relacionada con la presencia del Cadmio en su forma natural.

Según el informe "Determinación de Niveles de Fondo y Niveles de Referencia en Tres Asociaciones de Suelo del Departamento de Loreto (2015)" realizado por OEFA, la máxima concentración de

Cadmio es igual a 0,268 mg/kg. Esta concentración es muy inferior al valor registrada en los puntos arriba referenciados.

En la **Figura 3-49**, se presenta los resultados de Isoconcentraciones para el Cadmio.

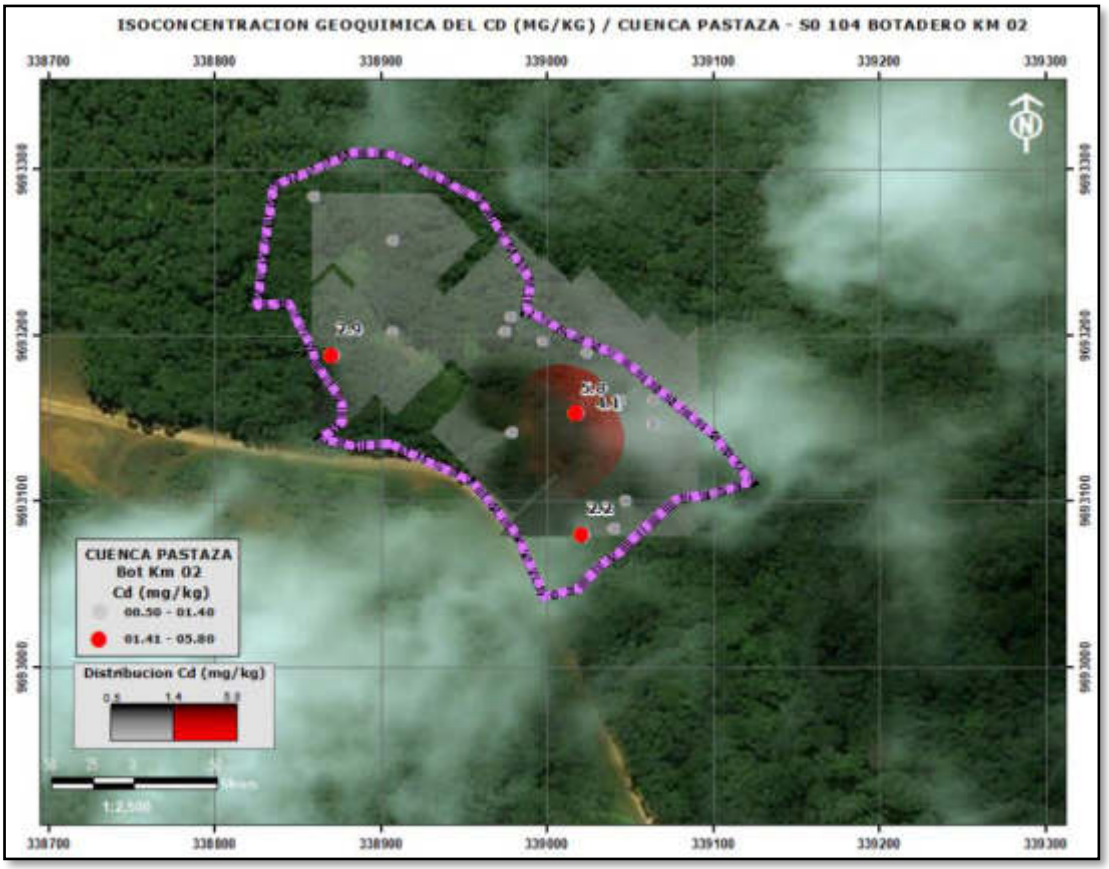
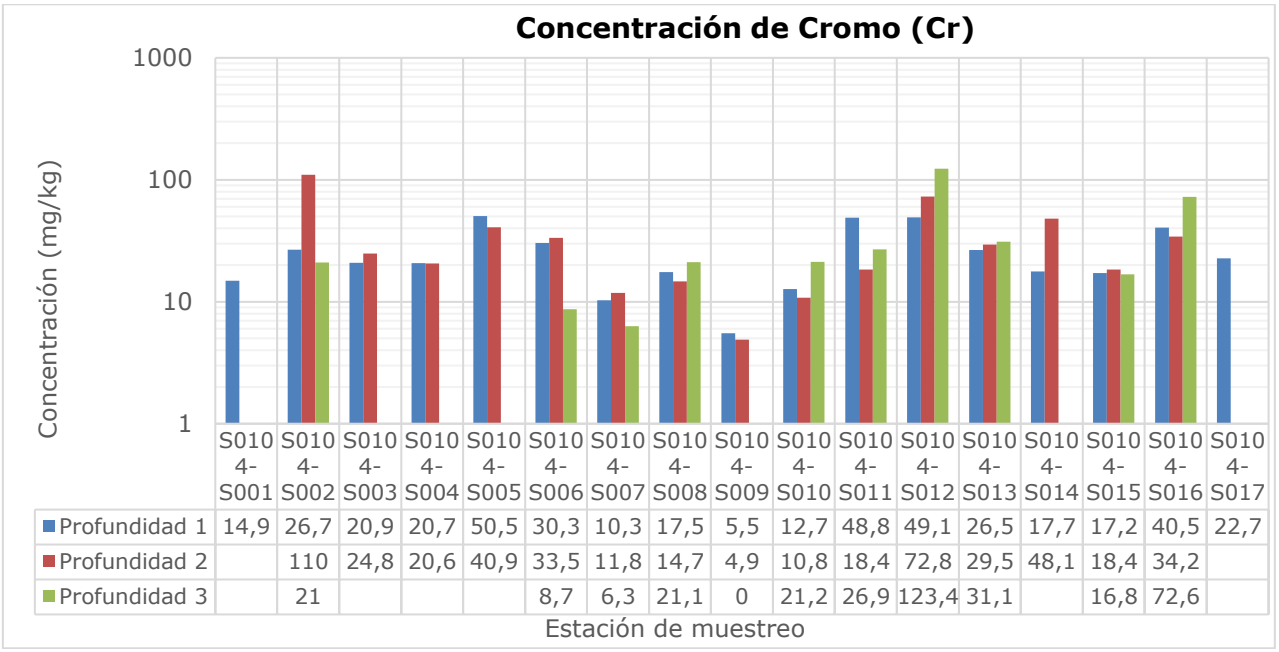


Figura 3-49. Isoconcentración de Cadmio (Cd) en Suelo
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

El mapa de Isoconcentración del Cadmio (Cd) indica que hay tres puntos con una anomalía en donde la concentración del Cadmio, está en el rango entre 1,41 y 5,80 mg/kg. La concentración del Cadmio es puntual y está focalizada en sitios exactos, no se observa una migración del contaminante.

3.7.1.8.5. Cromo

A continuación, en la **Figura 3-50**, se presenta la concentración de Cromo (Cr), registrada en los puntos de muestreo del Sitio S0104 (Botadero km 2).



	S0104-S001	S0104-S002	S0104-S003	S0104-S004	S0104-S005	S0104-S006	S0104-S007	S0104-S008	S0104-S009	S0104-S010	S0104-S011	S0104-S012	S0104-S013	S0104-S014	S0104-S015	S0104-S016	S0104-S017
Profundidad 1	14,9	26,7	20,9	20,7	50,5	30,3	10,3	17,5	5,5	12,7	48,8	49,1	26,5	17,7	17,2	40,5	22,7
Profundidad 2		110	24,8	20,6	40,9	33,5	11,8	14,7	4,9	10,8	18,4	72,8	29,5	48,1	18,4	34,2	
Profundidad 3		21				8,7	6,3	21,1	0	21,2	26,9	123,4	31,1		16,8	72,6	

Figura 3-50. Concentración de Cromo (Cr) en Suelo
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- **Muestreo de Cromo en Suelo:**

Se realizó el muestreo de Cromo en dieciséis (16) puntos de muestreo y su análisis se hizo en cuarenta y ocho (48) muestras de suelo.

El Cromo para suelo agrícola no está reglamentado en la legislación del Perú, no obstante, se presenta un análisis y correlación de los resultados de la concentración de Cromo en suelo para ser interpretados en el ERSA.

- **Concentración de Cromo en las muestra Nivel de Fondo:**

La concentración de Cromo (Cr) en la muestra Nivel de Fondo S0104-NF1-0,25 es igual a 160,1 ppm.

Según el informe "Determinación de Niveles de Fondo y Niveles de Referencia en Tres Asociaciones de Suelo del Departamento de Loreto (2015)" realizado por OEFA, la máxima concentración de Cromo Total es igual a 31,31 mg/kg.

La mayor concentración de Cromo se registra en el punto S0104-S012 y es igual a 123,4 mg/kg, por lo tanto, la concentración de Cromo puede estar asociada a factores naturales o antropogénicos.

3.7.1.8.6. Cromo Hexavalente

La concentración de Cromo VI en los cinco (5) puntos de muestreo, no supera el límite establecido en el D.S. N° 011-2017-MINAM, que reglamenta los Estándares de Calidad Ambiental para el Suelo.

La concentración de Cromo VI es inferior al límite de detección de los ensayos físico químicos.

A continuación, en la **Figura 3-51**, se presenta la concentración de Cromo VI, registrada en los puntos de muestreo del Sitio S0104 (Botadero km 2).

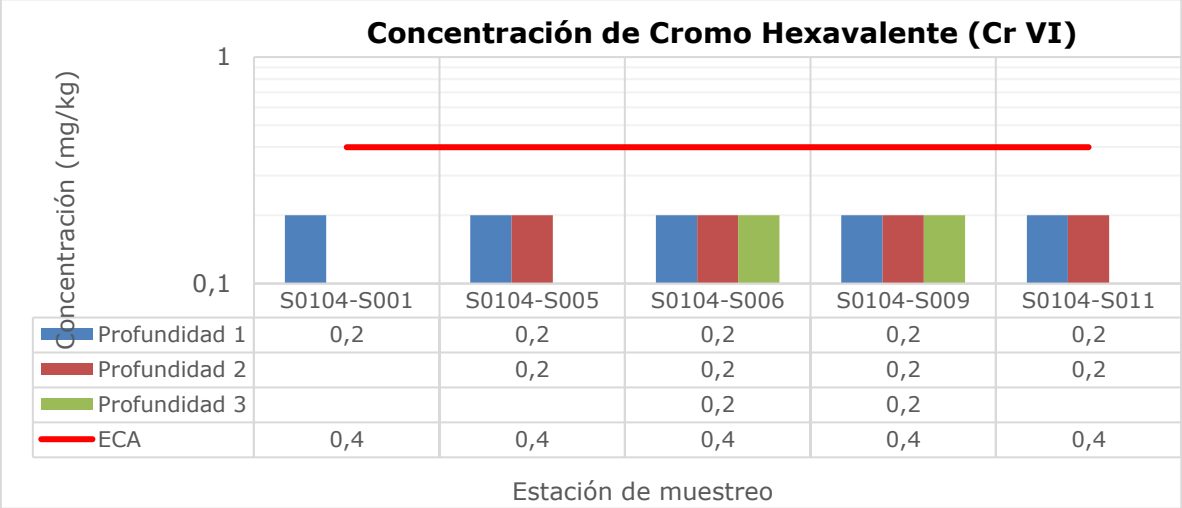


Figura 3-51. Concentración de Cromo Hexavalente (Cr) en Suelo
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.7.1.8.7. Mercurio (Hg)

A continuación, en la **Figura 3-52**, se presenta la gráfica de la concentración de Mercurio, registrada en los puntos de muestreo del Sitio S0104 (Botadero km 2).

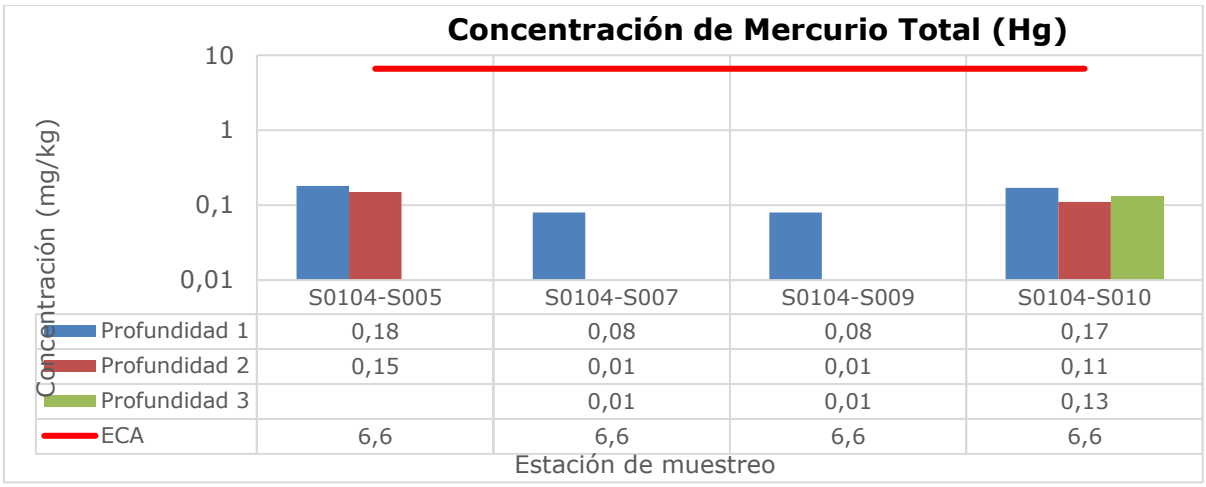


Figura 3-52. Concentración de Mercurio en Suelo
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

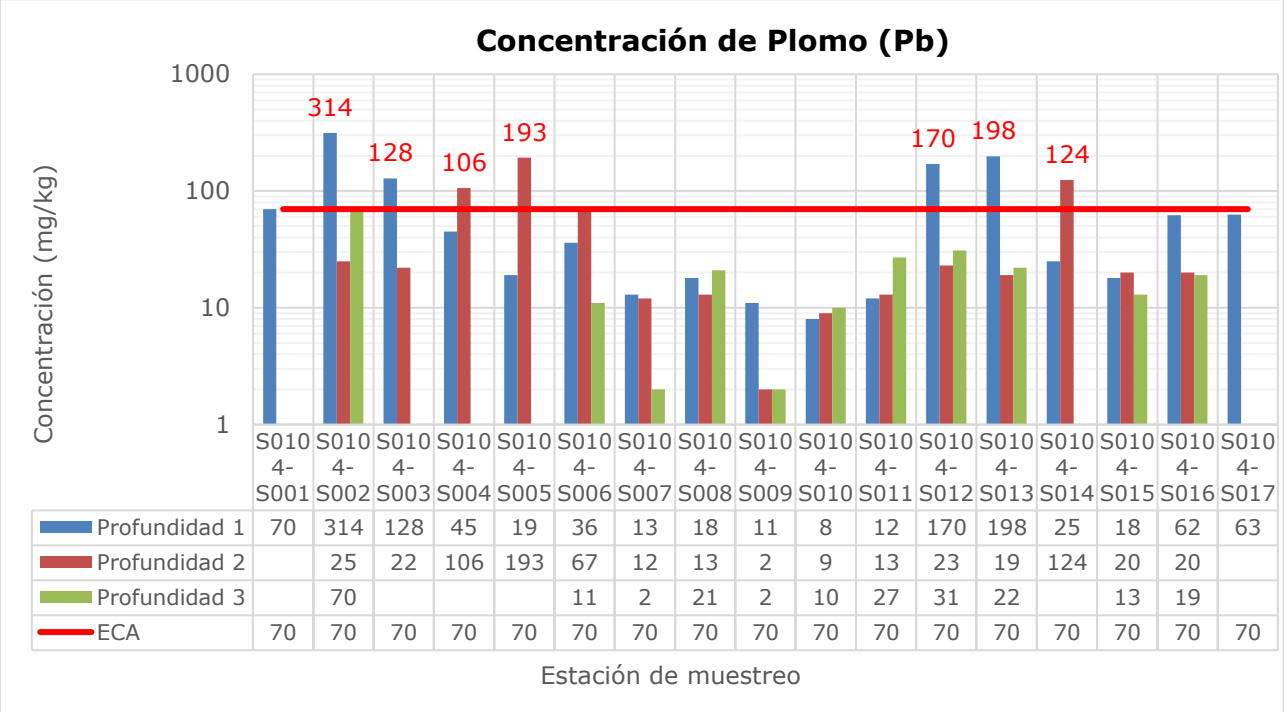
- **Muestreo de Mercurio en suelo:**

La concentración de Mercurio (Hg), no supera el límite establecido en el D. S. N° 011-2017-MINAM, que reglamenta los Estándares de Calidad Ambiental para el Suelo.

La concentración de Mercurio en la muestra Nivel de fondo, S0104-NF1-0,25 es igual a 0,17 mg/kg. El máximo valor de Mercurio en suelo es igual a 0,18 mg/kg, los demás valores son inferiores a la concentración de Mercurio en la muestra Nivel de fondo, se concluye por lo tanto que las concentraciones registradas están dentro del rango los límites naturales.

3.7.1.8.8. Plomo (Pb)

A continuación, en la **Figura 3-53**, se presenta la concentración de Plomo, registrada en los puntos de muestreo del Sitio S0104 (Botadero km 2).



	S0104-S001	S0104-S002	S0104-S003	S0104-S004	S0104-S005	S0104-S006	S0104-S007	S0104-S008	S0104-S009	S0104-S010	S0104-S011	S0104-S012	S0104-S013	S0104-S014	S0104-S015	S0104-S016	S0104-S017
Profundidad 1	70	314	128	45	19	36	13	18	11	8	12	170	198	25	18	62	63
Profundidad 2		25	22	106	193	67	12	13	2	9	13	23	19	124	20	20	
Profundidad 3		70				11	2	21	2	10	27	31	22		13	19	
ECA	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70

Figura 3-53. Concentración de Plomo (Pb) en Suelo
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- **Muestreo de Plomo en Suelo:**

Se realizó el muestreo de Plomo (Pb) en dieciséis (16) puntos de muestreo y se realizó el análisis de Plomo en cuarenta y ocho (48) muestras de suelo.

En los puntos de muestreo S0104-S002, S0104-S003, S0104-S004, S0104-S005, S0104-S012, S0104-S013 y S0104-S014, la concentración de Plomo supera al límite establecido en el D.S. N° 011-2017- MINAM, que reglamenta los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo.

La mayor concentración de Plomo (314 mg/kg), se registró en el punto de muestreo S0104-S002 a la profundidad de 0,00 m.

- **Concentración de Plomo en las Muestras Nivel de Fondo:**

La concentración de Plomo en la muestra Nivel de Fondo, S0104-NF1-0,25, es igual a 23 mg/kg, la concentración promedio es igual a 55,47 mg/kg.

Según el informe "Determinación de Niveles de Fondo y Niveles de Referencia en Tres Asociaciones de Suelo del Departamento de Loreto (2015)" realizado por OEFA, la máxima concentración de Plomo es igual a 13,58 mg/kg.

Se concluye por lo tanto que las grandes variaciones en la concentración del Plomo en suelo obedecen a la acumulación de metales de origen antrópico.

- **Movilidad del Plomo en suelo:**

En el punto de muestreo S0104-S002, la mayor concentración de plomo se encuentra a la profundidad de 2,25 m, y es igual a 314 mg/kg, a la profundidad de 1,25 la concentración de Plomo se reduce hasta 25 mg/kg., pero en los sustratos de suelo que se encuentran a mayor profundidad se reduce progresivamente, a la profundidad de 2,75 m, la concentración de Plomo es igual a 70 mg/kg.

La mayor concentración de Plomo, se observa cerca a la fuente aportante, en la medida que la distancia con la fuente se incrementa, proporcionalmente decrece la concentración del metal.

El mapa de Isoconcentración de Plomo (Pb) muestra que hay siete (7) anomalías en donde la concentración de Plomo es mayor que 70 mg/kg.

El mapa de Isoconcentración de Plomo (Pb) muestra que la presencia de Plomo es puntual, específica y que la movilización del Plomo es limitada.

En la **Figura 3-54**, se presenta la isoconcentración del Plomo (Pb).

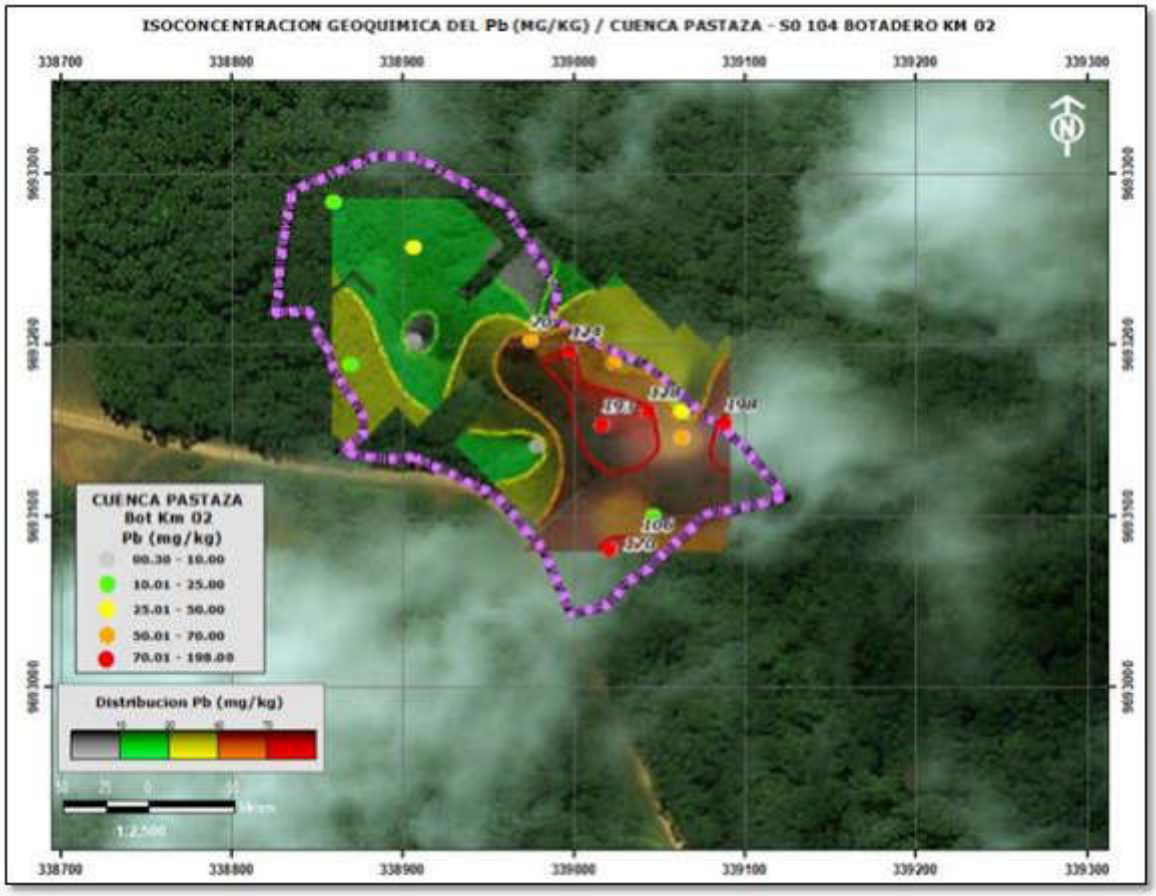


Figura 3-54. Isoconcentración de Plomo (Pb) en Suelo
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.7.1.9. *Metales por Lixiviación (TCLP)*

En este capítulo se interpretan los resultados obtenidos en la "Prueba de Lixiviación para la Característica de Toxicidad" (*TCLP por sus siglas en inglés);* este procedimiento permite determinar la movilidad de los contaminantes orgánicos e inorgánicos presentes en una muestra y el análisis de los resultados de los extractos generados durante la lixiviación permitirá determinar si el residuo percolado se clasifica como peligroso.

3.7.1.9.1. Arsénico (As)

La concentración de Arsénico en el extracto de TCLP, de la muestra de suelo tomada en el punto de muestreo S0104-S003 a la profundidad de 0,30 m., no supera el límite establecido por el *Code of Federal Regulations of USA, title 40 Part 261 Subpart C § 261.24* para arsénico (5,0 mg/L).

3.7.1.9.2. Bario (Ba)

La concentración de Bario (Ba) en el extracto de TCLP, de la muestra de suelo tomada en el punto de muestreo S0104-S003 a la profundidad de 0,30 m., no supera el límite establecido por el *Code of Federal Regulations of USA, title 40 Part 261 Subpart C § 261.24* para el Bario (100 mg/L).

3.7.1.9.3. Cadmio (Cd)

La concentración de Cadmio (Cd) en el extracto de TCLP, de la muestra de suelo tomada en el punto de muestreo S0104-S003 a la profundidad de 0,30 m., no supera el límite establecido por el *Code of Federal Regulations of USA, title 40 Part 261 Subpart C § 261.24* para el Cadmio (1,0 mg/L).

3.7.1.9.4. Cromo (Cr)

La concentración de Cromo (Cr) en el extracto de TCLP, de la muestra de suelo tomada en el punto de muestreo S0104-S003 a la profundidad de 0,30 m., no supera el límite establecido por el *Code of Federal Regulations of USA, title 40 Part 261 Subpart C § 261.24* para el Cromo (5,0 mg/L).

3.7.1.9.5. Mercurio (Hg)

La concentración de Mercurio (Hg) en el extracto de TCLP, de la muestra de suelo tomada en el punto de muestreo S0104-S003 a la profundidad de 0,30 m., no supera el límite establecido por el *Code of Federal Regulations of USA, title 40 Part 261 Subpart C § 261.24* para el Mercurio (0,2 mg/L).

3.7.1.9.6. Plomo (Pb)

La concentración de Plomo (Pb) en el extracto de TCLP, de la muestra de suelo tomada en el punto de muestreo S0104-S003 a la profundidad de 0,30 m., no supera el límite establecido por el *Code of Federal Regulations of USA, title 40 Part 261 Subpart C § 261.24* para el Plomo (5,0 mg/L).

3.7.1.10. *Conclusiones de los Resultados*

- **Fracción de Hidrocarburos F2 (>C10-C28) y Fracción de Hidrocarburos F3 (>C28-C40)**

Lubricantes, grasas y aceites en cuya composición química hay fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40) se encontraron a profundidades que oscilan entre 0,30 y 1,80 m. Las fracciones de hidrocarburos se han dispersado a través de los sustratos de suelo y han formado emulsiones y mezclas heterogéneas con las aguas de infiltración.
Las fracciones de hidrocarburos están contenidas por los sustratos de arcilla, no se identificó una migración de los hidrocarburos hacia sustratos colaterales debido a que son fracciones de lubricantes, aceites y grasas de viscosidad media y alta.

- **Metales Pesados**

El Arsénico (As) se encontró cerca de una estructura metálica que está enterrada en un talud en la parte occidental del área impactada, a la profundidad de 0,00 m., la concentración es igual a 88,2 mg/kg., a la profundidad de 2,25 m., la concentración es inferior al límite de detección, por lo tanto, el Arsénico no está migrando a través de los sustratos verticales. La concentración de Arsénico, en los demás puntos de muestreo que se realizaron dentro de la terraza como en los sectores perimetrales, es inferior al límite de detección (LD<3,5).

La presencia de Arsénico (As) puede estar asociado a la existencia de piezas metálicas fabricadas en aleaciones de Plomo con aditivos de Arsénico

El Cadmio (Cd) se encontró en tres puntos de muestreo, la concentración oscila entre 2,2 y 5,8 mg/kg. La mayor concentración de Cadmio se encuentra en el punto de contacto entre la fuente y los

sustratos de suelo, en la medida que los sustratos de suelo están más alejados de la fuente, la concentración del Cadmio decrece hasta límites inferiores al límite de detección.
La presencia de Cadmio está asociada a la disposición de residuos de diferente naturaleza como piezas metálicas de diferentes aleaciones, pigmentos, baterías, etc.

El Plomo (Pb) se encontró en siete puntos de muestreo, la concentración oscila entre 106 y 314 mg/kg.
La mayor concentración de Plomo se encuentra en el punto de contacto entre la fuente y los sustratos de suelo, las arcillas restringen totalmente la movilización del Plomo hacia sustratos inferiores.

El Plomo (Pb) en concentraciones que superan el límite ECA, se encontró en la misma celda en donde hay Arsénico (As) y el Cadmio (Cd). El Plomo es un metal pesado con baja movilidad, en sectores adyacentes a la celda en donde se encontró la acumulación de metales pesados, no hay Plomo en concentraciones preocupantes.

La concentración de Bario no supera el límite ECA, pero su concentración en algunos puntos es superior a la muestra Nivel de fondo, por lo tanto, es posible que se hayan dispuesto en el área residuos que contienen Bario.

3.7.2. Interpretación de los Resultados de Aguas Subterráneas

En el Sitio S0104 (Botadero km 2) se realizaron tres pozos exploratorios, las características de cada uno de los pozos se describen a continuación:

- La perforación exploratoria S0104-PZ-001, alcanzó una profundidad de 11,00 m. La perforación del pozo se suspendió a esa profundidad, debido a que se encontró una secuencia de arcillas de 1,60 m, de espesor, que actúa como un sello impermeable que contiene la migración de los contaminantes hacia sustratos inferiores y/o hacia las aguas subterráneas.

- La perforación exploratoria S0104-PZ-002 se desarrolló hasta una profundidad de 10,00 m. Se desarrolló un piezómetro debido a que se encontraron secuencias continuas de limos y arenas con una recarga continua de agua.

- La perforación exploratoria S0104-PZ-003 se desarrolló hasta una profundidad de 8,40 m, la perforación se suspendió, debido a que se encontró una secuencia de arcillas de 1,60 m, de espesor

A continuación, se describe la interpretación de los resultados de los análisis físico químicos de las aguas subterráneas que se monitorearon en el piezómetro S0104-PZ-02; las muestras de agua fueron tomadas en época seca y época húmeda.

3.7.2.1. *Parámetros de Campo*

3.7.2.1.1. Potencial de Hidrógeno (pH)

El pH registrado en época húmeda es igual a 4,97, el valor registrado en época seca (menos húmeda) es igual a 4,99 unidades de pH. El valor del pH es constante para las dos épocas, el agua es ácida.

3.7.2.1.2. Conductividad Eléctrica

La conductividad registrada en época húmeda es igual a 165,1 µS/cm.
La conductividad registrada en época seca (menos húmeda) es igual a 86,8 µS/cm.
Los valores de conductividad están dentro de valores esperados para aguas subterráneas.

3.7.2.1.3. Temperatura

La variación de la temperatura entre ambas épocas es mínima (Δ≤0,3), con una tendencia a ser constante; el máximo valor se registró en la época húmeda con un valor de 26,3°C. los valores obtenidos indican que hay una tendencia constante de este parámetro el cual no estaría influenciado por la estacionalidad, confirmando lo descrito por Keith en su libro *Groundwater Hydrology:* "Las aguas subterráneas poco profundas presentan variación estacional de la temperatura del agua (excepto en las regiones tropicales)".

3.7.2.1.4. Oxígeno Disuelto

El contenido de oxígeno disuelto sirve como indicador de las condiciones bioquímicas del agua en un lugar y momento determinado. Por lo general la zona edáfica tiene capacidad de consumir el oxígeno disuelto del agua en la oxidación de la materia orgánica; por ello el agua subterránea presenta condiciones cercanas al estado anóxico (bajas concentraciones de oxígeno disuelto).

En las aguas subterráneas del área evaluada, el valor mínimo registrado fue de 4,69 mg/L, valor que indica baja concentración de oxigeno (como era de esperase para aguas subterráneas naturales).

3.7.2.1.5. Potencial de Óxido Reducción (ORP)

Los resultados de potencial de óxido reducción (ORP por sus siglas en inglés) indican valores normales en las aguas subterráneas; en época seca (menos húmeda) el agua subterránea presento valores más elevados (473 mV) respecto a la época seca (279,6).

3.7.2.1.6. Turbidez

Este parámetro está relacionado con la presencia de sólidos suspendidos en las aguas subterráneas. Los valores registrados de este parámetro indican una baja concentración de sólidos suspendidos, el valor registrado en época húmeda es igual a 25,7 NTU, y en época seca (menos húmeda) el valor registrado es igual a 5,69 NTU, esta variación se debe a que normalmente la turbidez disminuye con el transcurso del tiempo.

3.7.2.1.7. Nivel Freático

Esta característica está influenciada por las recargas que reciben los acuíferos de las crecientes de los ríos o quebradas y de las precipitaciones pluviales de la zona (principalmente en época húmeda).

En el piezómetro se apreció una ligera variación del nivel freático entre las dos épocas (Δ≤1,35 m)

En el **Anexo 6.5.2**, se presentan los registros de medición de purga de pozo, en la cual se indica la profundidad del nivel freático para cada época.

3.7.2.2. *Parámetros de Laboratorio*

3.7.2.2.1. Cloruros

La concentración de Cloruros, es inferior al estándar de comparación (100 mg/L) establecido en "*Soil Remediation Circular 2013 of Holland*".

La concentración de los cloruros registrada en época húmeda es igual a 10,85 mg/L, la concentración registrada en época seca (menos húmeda), es igual a 8,83 mg/L. La variación en la concentración de los cloruros según la estación es muy baja (Δ≤2,02)

3.7.2.2.2. Hidrocarburos Totales de Petróleo (C9-C40)

A continuación, en la **Figura 3-55**, se presenta la concentración de Hidrocarburos Totales de Petróleo (C9-C40) registrada en la muestra de agua subterránea.

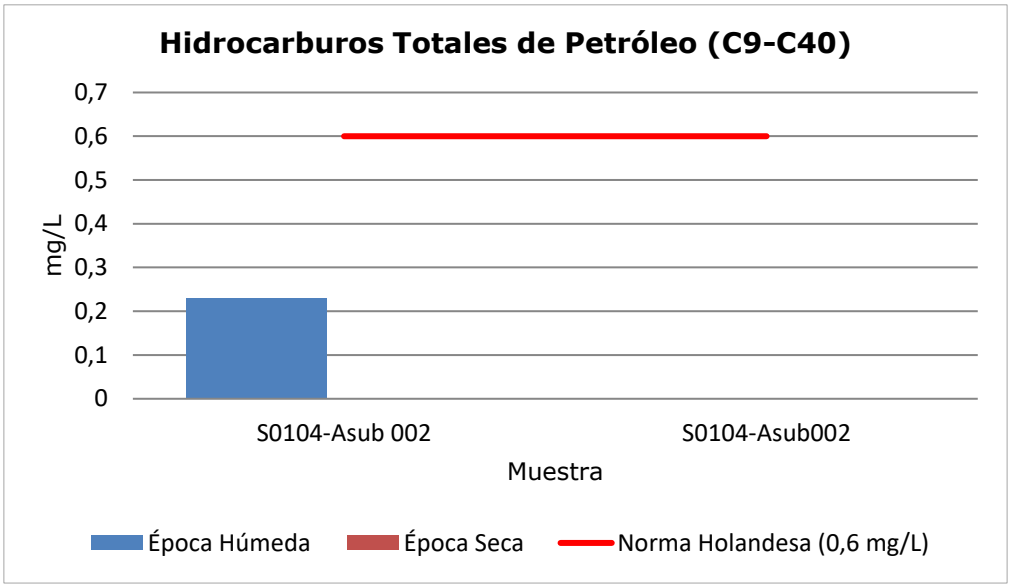


Figura 3-55. Concentración de Hidrocarburos Totales de Petróleo en Agua Subterránea
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

La concentración de hidrocarburos totales de petróleo (C9-C40), es inferior al estándar de comparación (0,6 mg/L) establecido en "*Soil Remediation Circular 2013 of Holland*".

La concentración de hidrocarburos totales de petróleo (C9-C40), registrada en época húmeda es igual a 0,23 mg/L., la concentración registrada en época seca (menos húmeda) es inferior al límite de detección (LD<0,0008).

3.7.2.2.3. Compuestos Orgánicos Volátiles (BTEX)

- **Benceno**

La concentración del Benceno en agua subterránea, es inferior al límite de detección de la metodología analítica empleada por el laboratorio (0,001 mg/L), es decir que la concentración del Benceno no supera el estándar de comparación (0,030 mg/L) establecido en "*Soil Remediation Circular 2013 of Holland*" para las muestras tomadas en época húmeda y época seca (menos húmeda).

- **Tolueno**

La concentración de Tolueno en agua subterránea, es inferior al límite de detección de la metodología analítica empleada por el laboratorio (0,002 mg/L), es decir que la concentración de Tolueno no supera el estándar de comparación (1,0 mg/L) establecido en "*Soil Remediation Circular 2013 of Holland*" para las muestras tomadas en época húmeda y época seca (menos húmeda).

- **Etilbenceno**

Los resultados analíticos de las muestras de agua subterránea, demuestran que no hay presencia de Etilbenceno en aguas subterráneas que alteren las propiedades físicas químicas del agua.

La concentración de Etilbenceno registrada en las dos épocas es inferior al límite de detección de la técnica analítica de cromatografía (LD<0,002).

- **Xileno**

Los resultados analíticos de las muestras de agua subterránea que se tomaron en época seca (menos húmeda) y época húmeda indican que no hay presencia de Xilenos en sus tres formas isomórficas (o-Xileno, m-Xileno, p-Xileno) en aguas subterráneas.

La concentración de Xilenos es inferior al límite de detección de la técnica analítica de cromatografía (LD<0,004).

3.7.2.2.4. Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAH's)

- **Antraceno**

La concentración del Antraceno en agua subterránea, es inferior al límite de detección de la metodología analítica empleada por el laboratorio (0,000016 mg/L), es decir que la concentración del Antraceno no supera el estándar de comparación (0,005 mg/L) establecido en "*Soil Remediation Circular 2013 of Holland*" para las muestras tomadas en época húmeda y época seca (menos húmeda).

- **Benzo (a) Antraceno**

Los resultados analíticos de las muestras de agua subterránea que se tomaron en época seca (menos húmeda) y época húmeda indican que no hay presencia de Benzo (a) Antraceno en aguas subterráneas, la concentración no supera el límite establecido (0,0005 mg/L) en la norma holandesa *Soil Remediation Circular 2013*.
La concentración de Benzo (a) Antraceno es inferior al límite de detección de la técnica analítica de cromatografía.

- **Benzo (a) Pireno**

La concentración del Benzo (a) Pireno en agua subterránea, es inferior al límite de detección de la metodología analítica empleada por el laboratorio (0,000009mg/L), es decir que la concentración del Benzo (a) Pireno no supera el estándar de comparación (0,00005 mg/L) establecido en "*Soil Remediation Circular 2013 of Holland*" para las muestras tomadas en época húmeda y época seca (menos húmeda).

- **Benzo (g,h,i) Perileno**

La concentración del Benzo (g,h,i) Perileno en agua subterránea, es inferior al límite de detección de la metodología analítica empleada por el laboratorio (0,000009 mg/L), es decir que la concentración del Benzo (g,h,i) Perileno no supera el estándar de comparación (0,00005 mg/L) establecido en "*Soil Remediation Circular 2013 of Holland*" para las muestras tomadas en época húmeda y época seca (menos húmeda).

- **Benzo (k) Fluoranteno**

La concentración del Benzo (k) Fluoranteno en agua subterránea, es inferior al límite de detección de la metodología analítica empleada por el laboratorio (0,000009 mg/L), es decir que la concentración del Benzo (k) Fluoranteno no supera el estándar de comparación (0,00005 mg/L) establecido en "*Soil Remediation Circular 2013 of Holland*" para las muestras tomadas en época húmeda y época seca (menos húmeda).

- **Criseno**

La concentración del Criseno en agua subterránea, es inferior al límite de detección de la metodología analítica empleada por el laboratorio (0,000013 mg/L), es decir que la concentración del Criseno no

supera el estándar de comparación (0,0002 mg/L) establecido en "*Soil Remediation Circular 2013 of Holland*" para las muestras tomadas en época húmeda y época seca (menos húmeda).

- **Fenantreno**

La concentración del Fenantreno en agua subterránea, es inferior al límite de detección de la metodología analítica empleada por el laboratorio (0,000016 mg/L), es decir que la concentración del Fenantreno no supera el estándar de comparación (0,005 mg/L) establecido en "*Soil Remediation Circular 2013 of Holland*" para las muestras tomadas en época húmeda y época seca (menos húmeda).

- **Fluoranteno**

La concentración del Fluoranteno en agua subterránea, es inferior al límite de detección de la metodología analítica empleada por el laboratorio (0,000016 mg/L), es decir que la concentración del Fluoranteno no supera el estándar de comparación (0,001 mg/L) establecido en "*Soil Remediation Circular 2013 of Holland*" para las muestras tomadas en época húmeda y época seca (menos húmeda).

- **Indeno (1,2,3 cd) Pireno**

La concentración del Indeno (1,2,3 cd) Pireno en agua subterránea, es inferior al límite de detección de la metodología analítica empleada por el laboratorio (0,000016 mg/L), es decir que la concentración del Indeno (1,2,3 cd) Pireno no supera el estándar de comparación (0,00005 mg/L) establecido en "*Soil Remediation Circular 2013 of Holland*" para las muestras tomadas en época húmeda y época seca (menos húmeda).

- **Naftaleno**

La concentración del Naftaleno en agua subterránea, es inferior al límite de detección de la metodología analítica empleada por el laboratorio (0,000009 mg/L), es decir que la concentración del Naftaleno no supera el estándar de comparación (0,07 mg/L) establecido en "*Soil Remediation Circular 2013 of Holland*" para las muestras tomadas en época húmeda y época seca (menos húmeda).

3.7.2.2.5. Arsénico (As)

La concentración del Arsénico en agua subterránea, es inferior al estándar de comparación (0,06 mg/L) establecido en "*Soil Remediation Circular 2013 of Holland*" para las muestras tomadas en época húmeda y época seca (menos húmeda).

La mayor concentración de Arsénico se registró en época húmeda y es igual a 0,00043 mg/L.

3.7.2.2.6. Bario (Ba)

A continuación, en la **Figura 3-56,** se presenta la gráfica de la concentración de Bario, registrada en las dos épocas de muestreo.

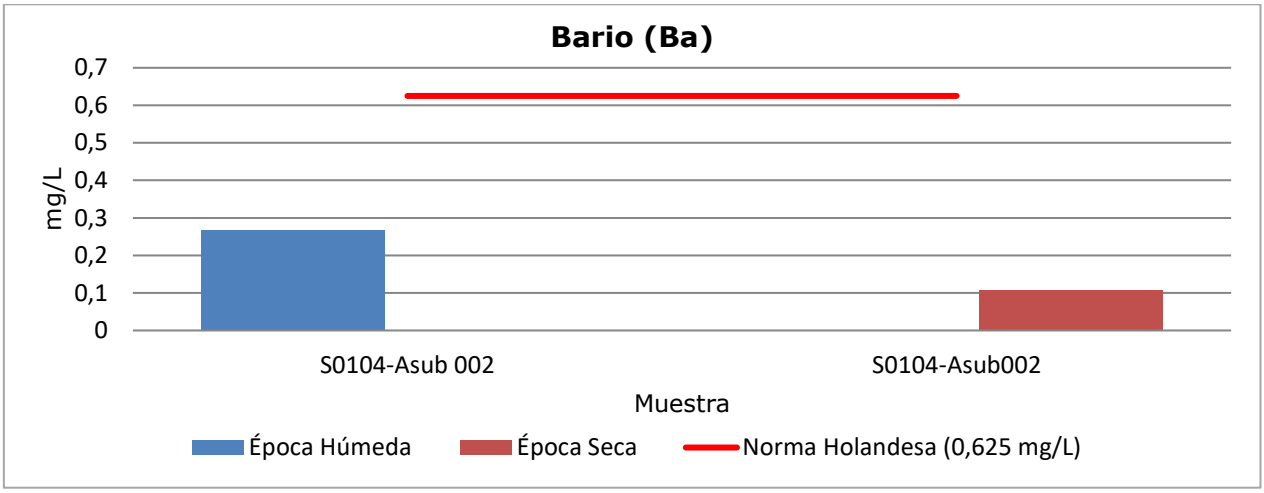


Figura 3-56. Concentración de Bario en Agua Subterránea
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

La concentración del Bario en agua subterránea, es inferior al estándar de comparación (0,625 mg/L) establecido en "*Soil Remediation Circular 2013 of Holland*" para las muestras tomadas en época húmeda y época seca (menos húmeda).

La mayor concentración de Bario se registró en época húmeda y es igual a 0,2663 mg/L.

3.7.2.2.7. Cadmio (Cd)

A continuación, en la **Figura 3-57**, se presenta la gráfica de la concentración de Cadmio, registrada en las dos épocas de muestreo.

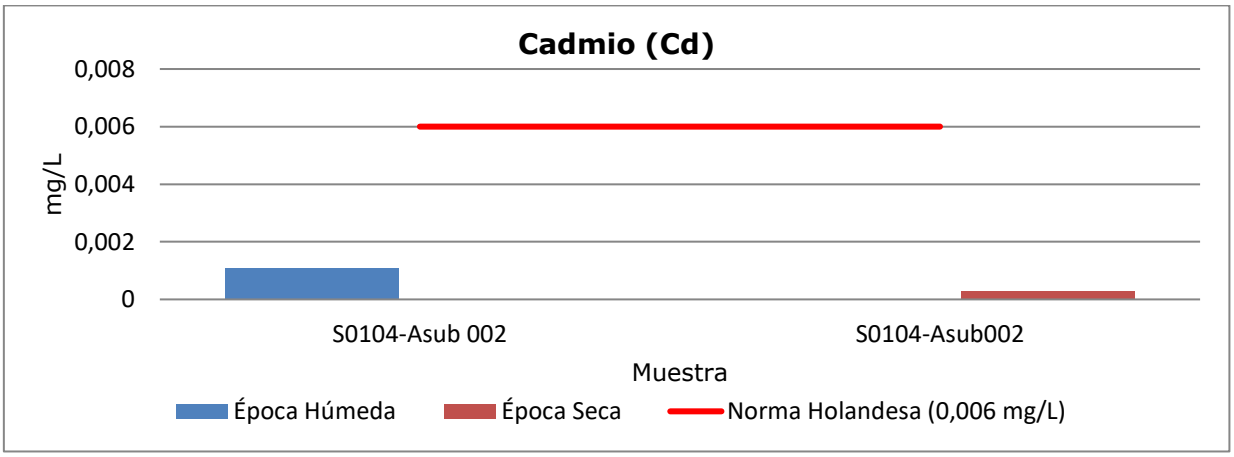


Figura 3-57. Concentración de Cadmio en Agua Subterránea
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

La concentración del Cadmio en agua subterránea, es inferior al límite de detección de la metodología analítica empleada por el laboratorio (0,00001 mg/L), es decir que la concentración del Cadmio no supera el estándar de comparación (0,006 mg/L) establecido en "*Soil Remediation Circular 2013 of Holland*" para las muestras tomadas en época húmeda y época seca (menos húmeda).

3.7.2.2.8. Cromo (Cr)

La concentración del Cromo en agua subterránea, es inferior al límite de detección de la metodología analítica empleada por el laboratorio (0,0001 mg/L), es decir que la concentración del Cromo no

supera el estándar de comparación (0,03 mg/L) establecido en "*Soil Remediation Circular 2013 of Holland*" para las muestras tomadas en época húmeda y época seca (menos húmeda).

3.7.2.2.9. Mercurio

La concentración del Mercurio en agua subterránea, es inferior al límite de detección de la metodología analítica empleada por el laboratorio (0,00003 mg/L), es decir que la concentración del Mercurio no supera el estándar de comparación (0,0003 mg/L) establecido en "*Soil Remediation Circular 2013 of Holland*" para las muestras tomadas en época húmeda y época seca (menos húmeda).

3.7.2.2.10. Plomo

La concentración de Plomo en agua subterránea, es inferior al estándar de comparación (0,075 mg/L) establecido en "*Soil Remediation Circular 2013 of Holland*" para las muestras tomadas en época húmeda y época seca (menos húmeda).

3.7.2.2.11. Bifelinos Policiclorados (PCBs)

La concentración de Bifenilos policlorados en agua subterránea, es inferior al límite de detección de la metodología analítica empleada por el laboratorio (0,000002mg/L), es decir que la concentración de PCB´s no supera el estándar de comparación (0,0001 mg/L) establecido en "*Soil Remediation Circular 2013 of Holland*" para las muestras tomadas en época húmeda y época seca (menos húmeda).

3.7.2.3. *Conclusiones de los Resultados*

Los parámetros físico químicos del agua subterránea que se monitoreó en época húmeda y época seca (menos húmeda), se encuentran dentro de los límites de referencia establecidos en "*Soil Remediation Circular 2013 of Holland*"; la buena calidad del agua subterránea indica que los contaminantes identificados en el Sitio S0104 (Botadero km 2), no han migrado hacia el agua del nivel freático.

3.7.3. Interpretación de Resultados de Aguas Superficial

A continuación, en la **Figura 3-58**, se indican los puntos de muestreo de agua superficial que fueron monitoreados solamente en época húmeda debido a que son cuerpos de agua estacionales.

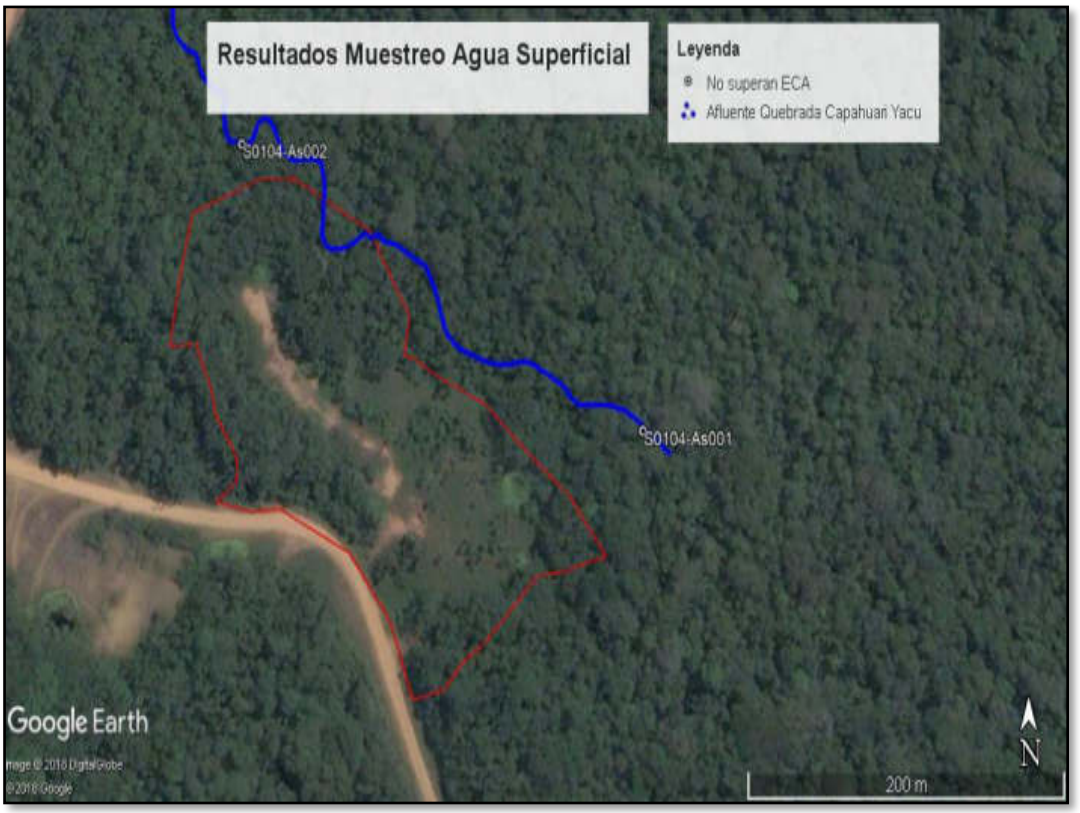


Figura 3-58. Resultado de Muestreo de Agua Superficial
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.7.3.1. *Parámetros de Campo*

3.7.3.1.1. Potencial de Hidrógeno (pH)

A continuación, en la **Figura 3-59**, se presenta la gráfica del potencial de Hidrógeno de las muestras de agua que se tomaron en época húmeda

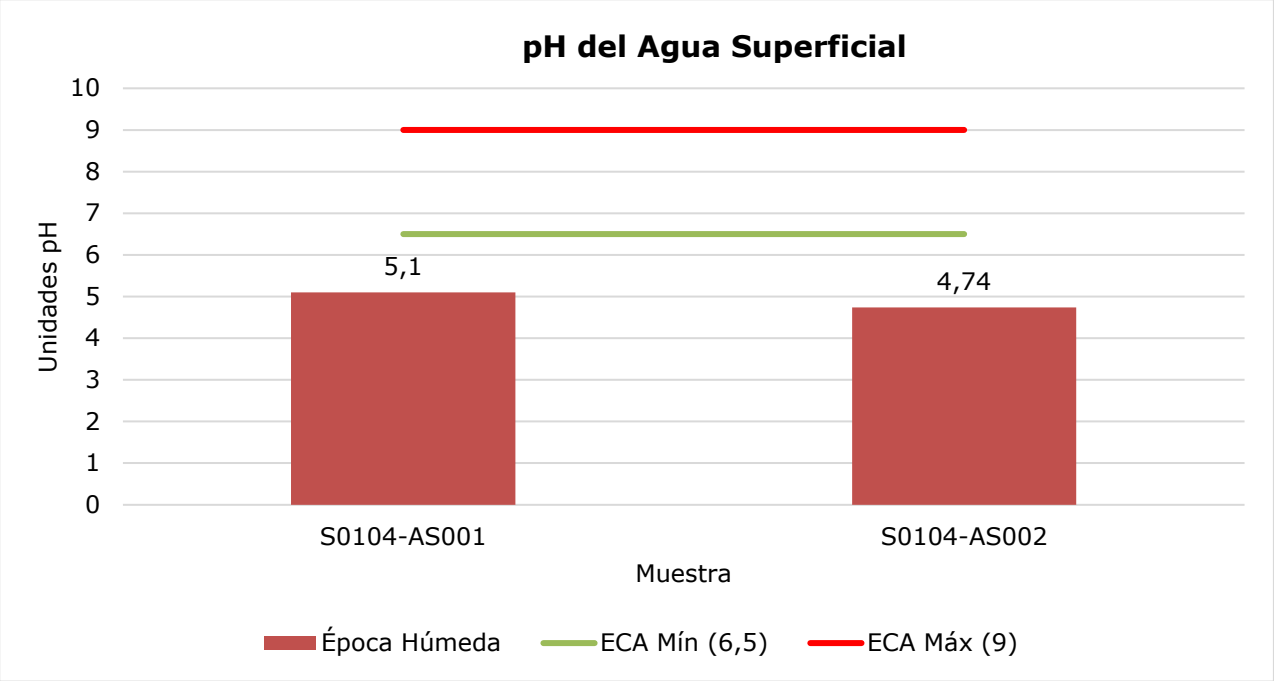


Figura 3-59. pH del Agua Superficial
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

El pH del agua superficial en los puntos de muestreo S0104-As001, S0104-As002 es inferior a lo reglamentado en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

Las estaciones de muestreo S0104-As001 y S0104-As002, están ubicadas en dos cuerpos de agua lénticos y estacionales hacia donde fluyen las aguas por escorrentía desde el sitio impactado.

La desviación del pH con referencia a los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (Δ ≤1,76), obedece a procesos como la fotosíntesis, actividades bacterianas y a la descomposición de la materia vegetal en ácidos húmicos que producen acidez en el agua.

La desviación en el valor del pH no constituye un riesgo para la salud de las personas, tampoco es un factor que inhiba la reproducción, crecimiento, desarrollo y biodiversidad de especies.

3.7.3.1.2. Temperatura

A continuación, en la **Figura 3-60**, se presenta la gráfica de la temperatura del agua superficial registrada en las dos estaciones de muestreo en época húmeda.

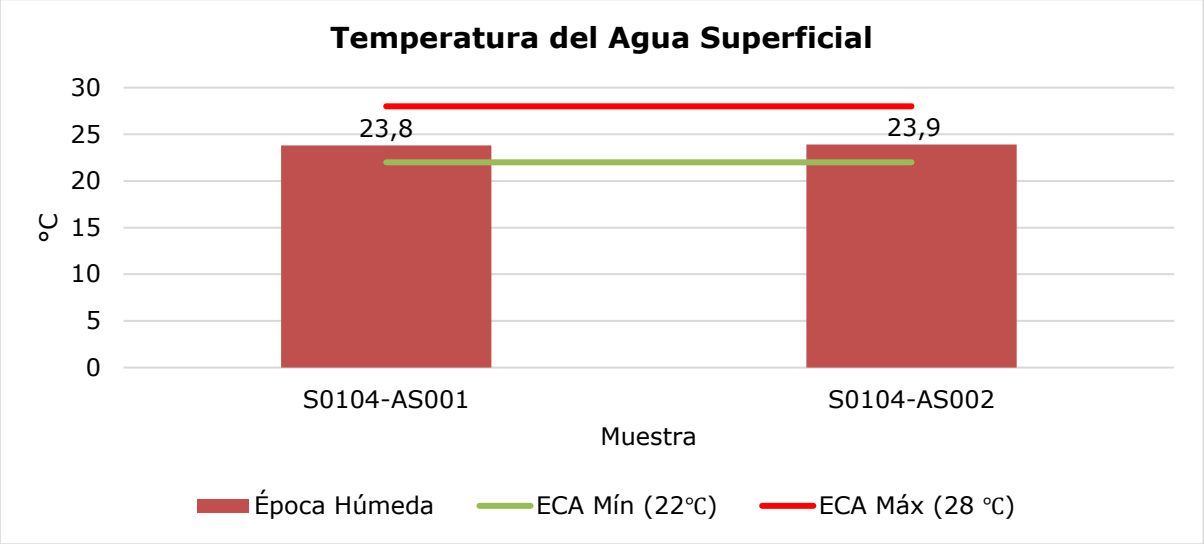


Figura 3-60. Temperatura del Agua Superficial
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Los valores de temperatura del agua superficial registrados en época húmeda son constantes.

El rango de la temperatura se encuentra dentro de los límites naturales por lo tanto no existe ninguna variabilidad que pueda afectar el desarrollo de especies microbianas.

3.7.3.1.3. Conductividad

A continuación, en la **Figura 3-61**, se presenta la gráfica de la conductividad del agua superficial registrada en las dos estaciones de muestreo en época húmeda.

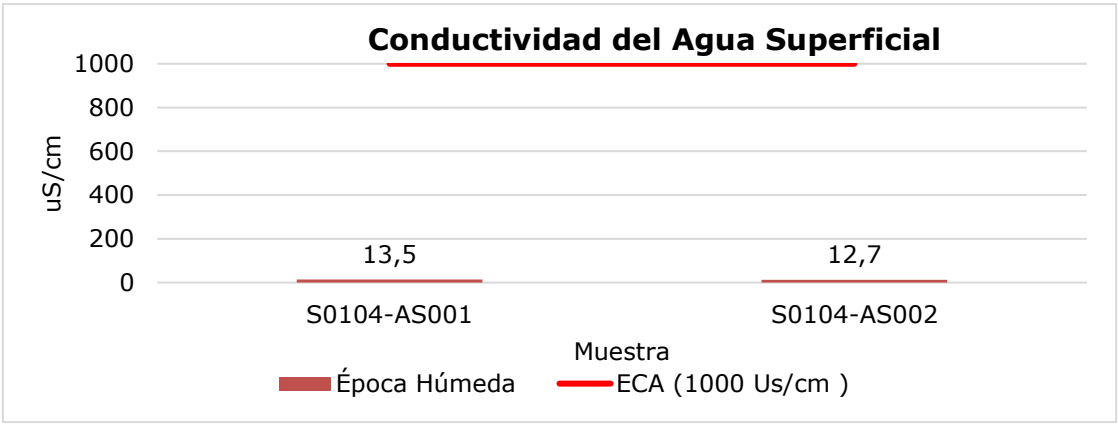


Figura 3-61. Conductividad del Agua Superficial
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

La conductividad registrada en ambos cuerpos de agua estacionales es baja, por lo tanto, la concentración de electrolitos disueltos en el agua es también baja.

3.7.3.1.4. Oxígeno Disuelto

A continuación, en la **Figura 3-62**, se presenta la gráfica de la concentración de Oxígeno disuelto, registrada en las dos estaciones de muestreo en época húmeda.

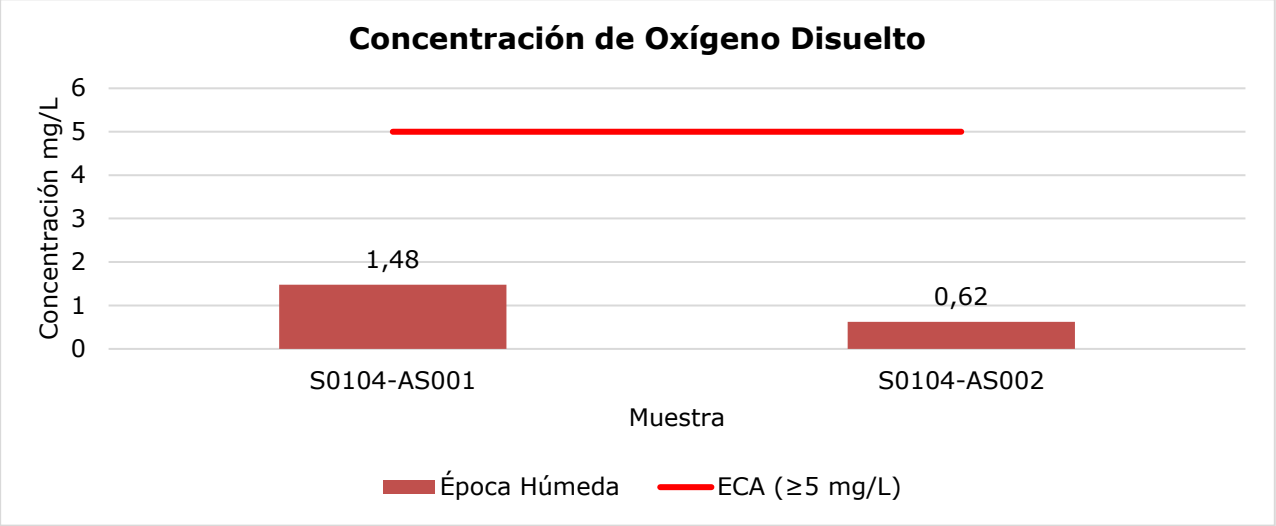


Figura 3-62. Concentración de Oxígeno Disuelto en Agua Superficial
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

La concentración de Oxígeno disuelto es inferior a lo establecido en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

La concentración de Oxígeno disuelto registrada en la estación de muestreo S0104-As001, la cual está ubicada en un aguajal, es igual a 1,48 mg/L, este cuerpo de agua es totalmente léntico.

La concentración de Oxígeno disuelto registrada en la estación de muestreo S0104-As002, la cual está ubicada sobre el cuerpo de agua que recoge las aguas de escorrentía del sector noroccidental del sitio impactado, es igual a 0,62 mg/L, este cuerpo de agua es totalmente léntico.

El valor de la concentración de Oxígeno disuelto registrado para agua superficial en las dos estaciones de muestreo, es propio de cuerpos de agua lénticos con baja diversidad de microorganismos, invertebrados, peces, plantas y bacterias aeróbicas.

3.7.3.1.5. Parámetros de Laboratorio

- **Aceites y Grasas**

La concentración de Aceites y Grasas es inferior a lo establecido en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

- **Cloruros**

A continuación, en la **Figura 3-63**, se presenta la gráfica de Cloruros, registrada en las dos estaciones de muestreo en época húmeda.

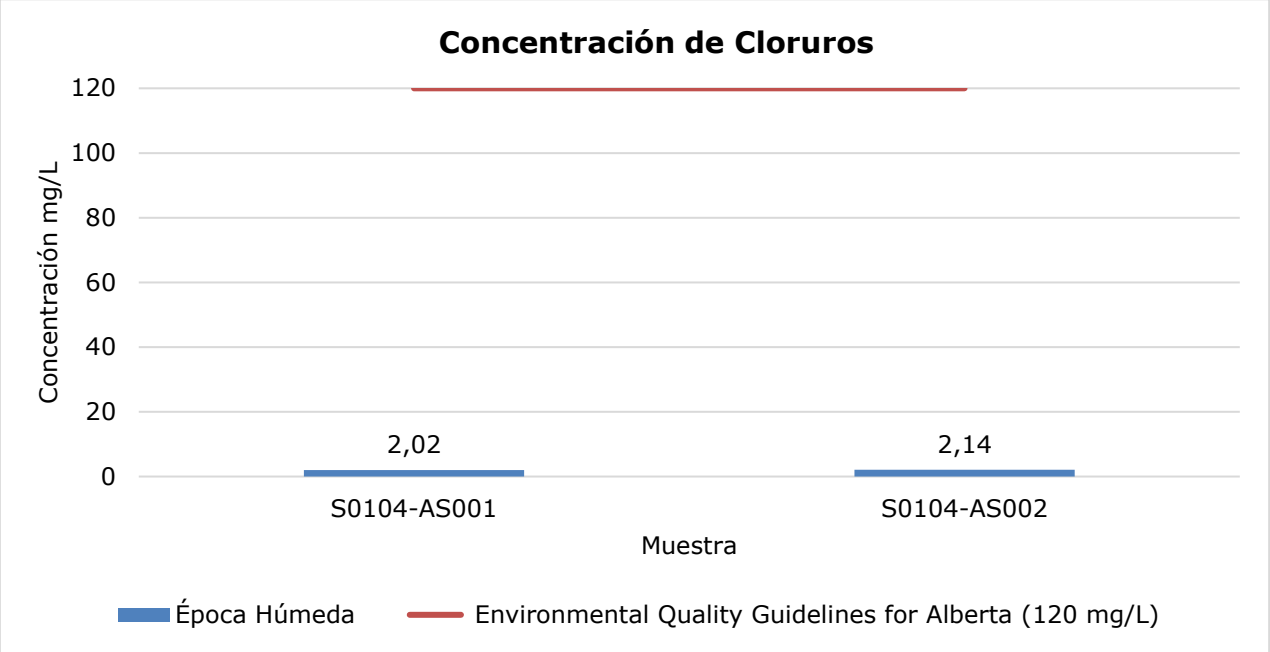


Figura 3-63. Concentración de Cloruros en Agua Superficial
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

La concentración de Cloruros registrada en dos (2) estaciones de muestreo de agua superficial para la época húmeda es inferior a lo reglamentado (120 mg/L) por *"Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)".*

No se están realizando vertimientos o descargas de agua industrial hacia el cuerpo de agua que puedan alterar la concentración de Cloruros.

- **Fenoles**

La concentración de Fenoles registrada en época húmeda en las dos (2) estaciones de muestreo de agua superficial, es inferior a lo reglamentado en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

La concentración de Fenoles es inferior al límite de detección del ensayo fisicoquímico (LD<0,001).

- **Sulfuros**

La concentración de Sulfuros registrada en época húmeda en las dos (2) estaciones de muestreo de agua superficial, es inferior a lo reglamentado en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

- **Bifenilos Policlorados (PCB's)**

La concentración de Bifenilos policlorados registrada en época húmeda en las dos (2) estaciones de muestreo de agua superficial, es inferior a lo reglamentado en el D.S. N° 004-2017-MINAM.
La concentración de PCB's es inferior al límite de detección de la técnica analítica de cromatografía (LD<0,000002).

- **Hidrocarburos Totales de Petróleo (C9 – C40)**

La concentración de hidrocarburos totales de petróleo (C9 - C40) registrada en época húmeda en las dos (2) estaciones de muestreo de agua superficial, es inferior a lo reglamentado en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

La concentración de hidrocarburos totales de petróleo inferior al límite de detección de la técnica analítica de cromatografía.

- **Compuestos Orgánicos Volátiles (Benceno)**

La concentración de Benceno, registrada en época húmeda en las dos (2) estaciones de muestreo de agua superficial, es inferior a lo reglamentado en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

La concentración de benceno para cada una de las muestras de agua superficial es inferior al límite de detección de la técnica analítica de cromatografía (LD<0,001).

- **Compuestos Orgánicos Volátiles (Tolueno, Etilbenceno y Xilenos)**

La concentración de Tolueno, Etilbenceno y Xilenos, registrada en época húmeda en las dos (2) estaciones de muestreo de agua superficial, es inferior a lo reglamentado en *Enviromental Quality Guidelines for Alberta*, 2014.

La concentración del Tolueno es inferior al límite de detección (LD<0,002).

La concentración del Etilbenceno es inferior al límite de detección (LD<0,002).

La concentración del Xileno es inferior al límite de detección (LD<0,006).

- **Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAH's)**

La concentración de Antraceno, Benzo (a) Pireno y Fluoranteno registrada en época húmeda en las dos estaciones de muestreo de agua superficial, es inferior a lo reglamentado en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

La concentración de Naftaleno, Fenantreno, Pireno y Benzo (a) Antraceno registrada en época húmeda en las dos estaciones de muestreo de agua superficial, es inferior a lo reglamentado en *Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014).*

La concentración de Benzo (b) Fluoranteno y Benzo (k) Fluoranteno regulada por el Reglamento de "Estándares de Calidad de Agua de Puerto Rico (2016)" se encuentra dentro de los límites establecidos, con valores inferiores al límite de detección de la técnica.

La concentración de Acenaftileno, Acenafteno, Fluoreno, Benzo (a) Antraceno, Criseno, Dibenzo (a,h) Antraceno, Benzo (g,h,i) Perileno e Indeno (1,2,3 cd) Pireno regulados en la *Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*; también se encuentran por debajo del límite de detección de la técnica y por tanto cumplen con el estándar.

- **Arsénico (As)**

La concentración de Arsénico (As), registrada en época húmeda en las dos (2) estaciones de muestreo de agua superficial, es inferior a lo reglamentado (0,15 mg/L) en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

La concentración de Arsénico es inferior al límite de detección de la técnica analítica de ensayo de metales totales por ICP-MS (LD< 0,00003).

- **Bario (Ba)**

A continuación, en la **Figura 3-64**, se presenta la gráfica de la concentración de Bario, registrada en época húmeda en las dos estaciones de muestreo.

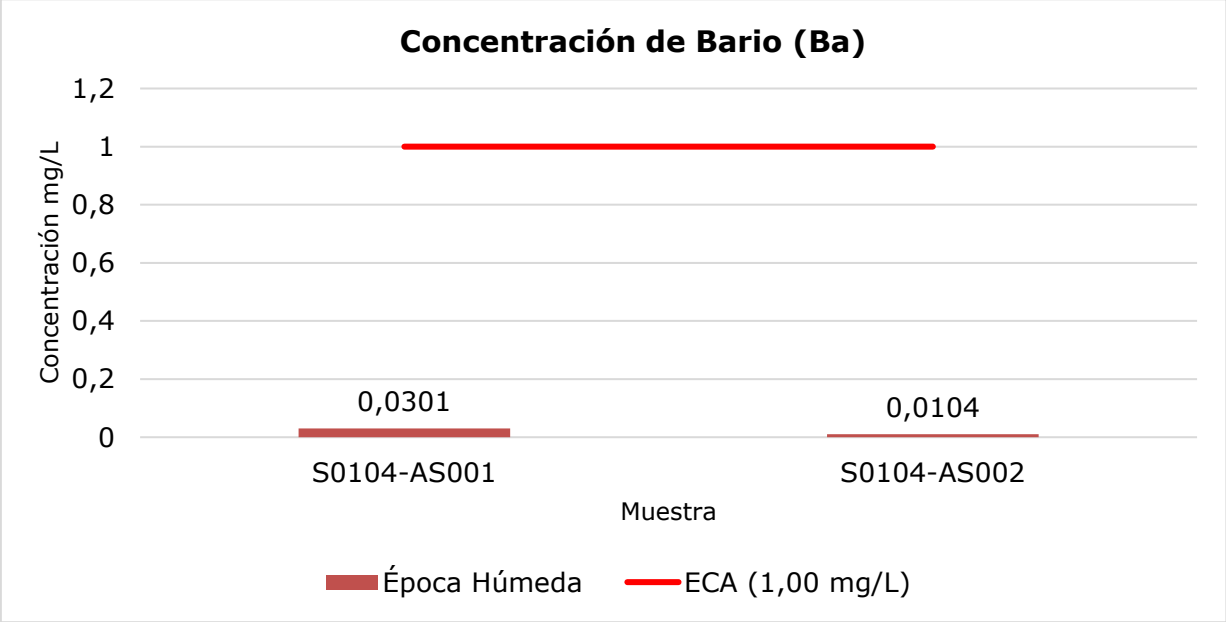


Figura 3-64. Concentración de Bario (Ba) en Agua Superficial
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

La concentración de Bario (Ba), registrada en época húmeda, en las dos (2) estaciones de muestreo de agua superficial, es inferior a lo reglamentado (1,0 mg/L) en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

- **Cadmio (Cd)**

La concentración de Cadmio (Cd), registrada en época húmeda, en las dos (2) estaciones de muestreo de agua superficial, es inferior a lo reglamentado (0,00025 mg/L) en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

La concentración de Cadmio es inferior al límite de detección de la técnica analítica de ensayo de metales totales por ICP-MS (LD< 0,00001).

- **Cromo Hexavalente (Cr VI)**

La concentración de Cromo hexavalente (Cr VI) registrada en época húmeda, en las dos (2) estaciones de muestreo de agua superficial, es inferior a lo reglamentado (0,011 mg/L) en el D.S. N° 004-2017-MINAM.
La concentración de Cromo hexavalente es inferior al límite de detección de la técnica analítica de ensayo (LD< 0,002).

- **Cobre (Cu)**

La concentración de Cobre (Cu) registrada en época húmeda, en las dos (2) estaciones de muestreo de agua superficial, es inferior a lo reglamentado (0,1 mg/L) en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

La concentración de Cobre es inferior al límite de detección de la técnica analítica de ensayo (LD< 0,00003).

- **Mercurio (Hg)**

La concentración de Mercurio (Hg) registrada en época húmeda, en las dos (2) estaciones de muestreo de agua superficial, es inferior a lo reglamentado (0,0001 mg/L) en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

La concentración de Mercurio es inferior al límite de detección de la técnica analítica de ensayo (LD< 0,00003).

- **Níquel (Ni)**

La concentración de Níquel (Ni) registrada en época húmeda, en las dos (2) estaciones de muestreo de agua superficial, es inferior a lo reglamentado (0,052 mg/L) en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

- **Plomo (Pb)**

La concentración de Plomo (Pb) registrada en época húmeda, en las dos (2) estaciones de muestreo de agua superficial, es inferior a lo reglamentado (0,0025 mg/L) en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

La concentración de Plomo es inferior al límite de detección de la técnica analítica de ensayo (LD< 0,0002).

- **Zinc (Zn)**

La concentración de Zinc (Zn) registrada en época húmeda, en las dos (2) estaciones de muestreo de agua superficial, es inferior a lo reglamentado (0,12 mg/L) en el D.S. N° 004-2017-MINAM.

La concentración de Zinc es inferior al límite de detección de la técnica analítica de ensayo (LD< 0,01).

3.7.3.2. *Conclusiones de los Resultados*

Los dos cuerpos de agua identificados en el Sitio S0104 (Botadero km 2) son cuerpos de agua lénticos y estacionales, su pH es ácido y la concentración de Oxígeno disuelto es inferior a 1,48 mg/L.

En la parte alta de la terraza del sitio impactado se encontraron metales pesados como el Arsénico, Cadmio y Plomo en concentraciones que superan el ECA, por efecto de escorrentía o lixiviación estos metales no están migrando hacia los cuerpos de agua superficiales. La concentración de estos metales en agua superficial es inferior al límite de detección.

3.7.4. Interpretación de los Resultados de Sedimentos

A continuación, se describe la interpretación de los resultados de los análisis físico-químicos de sedimentos para los puntos de muestreo S0104-Sed001, S0104-Sed002.
El muestreo de sedimentos se realizó en época seca (menos húmeda).

Como estándar de comparación se emplearán la Guías de Calidad Ambiental de la provincia de Alberta, Canadá del año 2014 "*Environmental Quality Guidelines of Alberta*" *y s*ubsidiariamente, se emplearán los estándares *Environmental Quality Standards for Contaminated Sites* (2014) de la provincia canadiense de Nueva Escocia, para los parámetros que no cuenten con estándares en la Guía de Calidad Ambiental de Alberta.

En el **Anexo 6.4.1**, se encuentra el mapa de resultado de sedimentos.

3.7.4.1. *Potencial de Hidrogeno*

A continuación, en la **Figura 3-65**, se representa la gráfica del pH de las muestras de sedimentos.

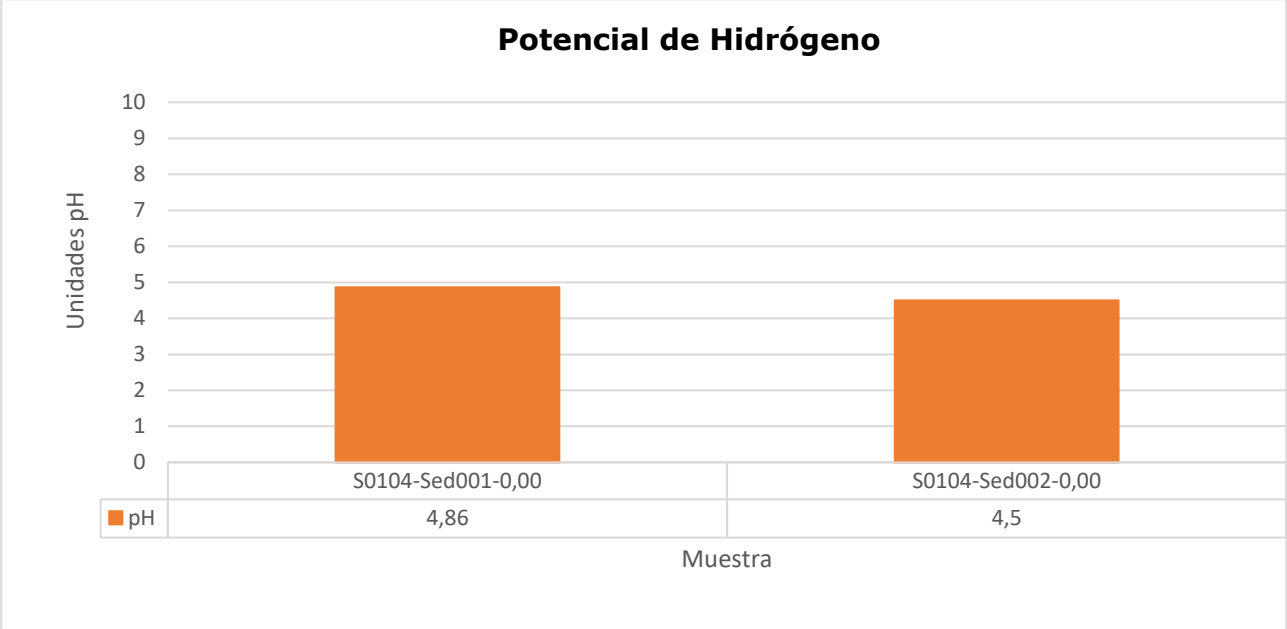


Figura 3-65. pH en Sedimentos
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

El valor del pH de los sedimentos que se tomaron en los puntos de muestreo S0104-Sed001 y S0104-Sed002, los cuales están ubicados en cuerpos de agua estacionales independientes, presentan un gradiente ≤ 0,5 unidades de pH, con respecto a lo definido en la Guía "*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)",* la cual establece un valor pH referencial entre 5,0 y 9,0.

La variación en el pH se debe a que la composición física y química de los sedimentos es muy variable, lo que influye directamente en los valores de acides.

3.7.4.2. *Hidrocarburos Totales de Petróleo (C9-C40)*

A continuación, en la **Figura 3-66**, se representa la gráfica de la concentración de hidrocarburos totales de petróleo en sedimentos.

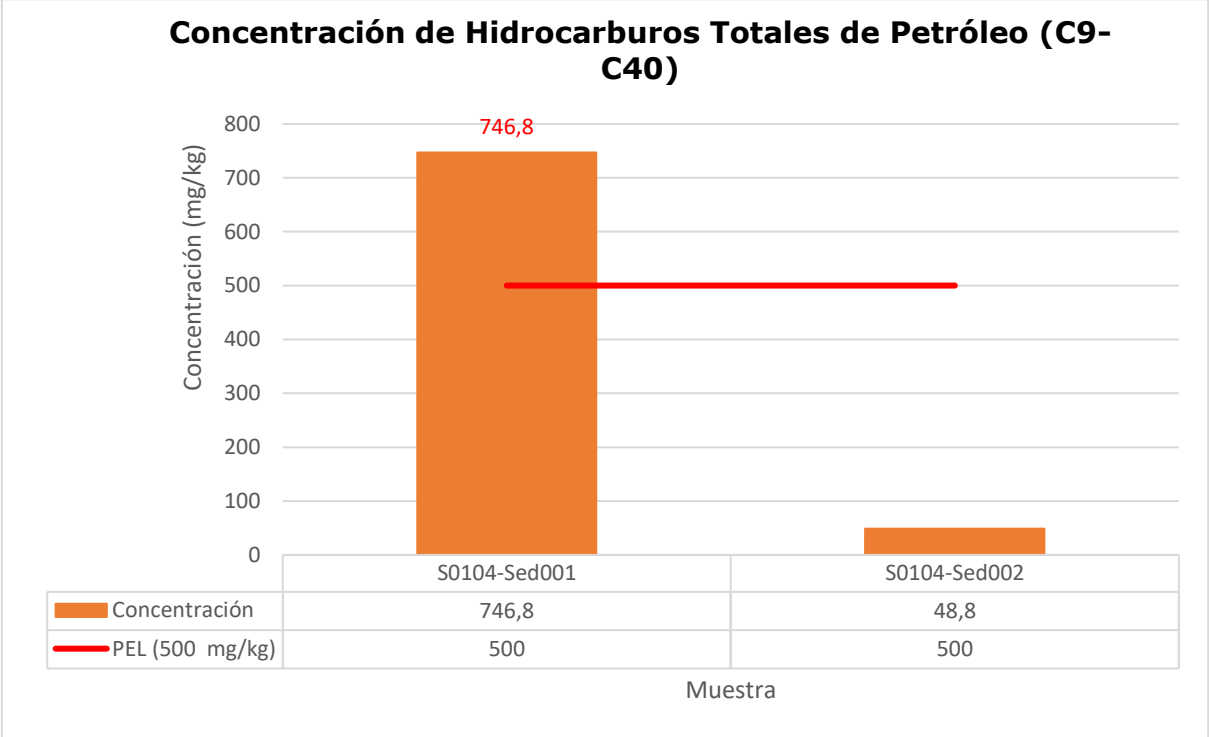


Figura 3-66. Concentración de Hidrocarburos Totales de Petróleo en Sedimentos
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

El punto de muestreo de Sedimentos S0104-Sed001 está ubicado en el sector oriental del área impactada, este cuerpo de agua es estacional y recoge las aguas que fluyen por escorrentía desde diferentes sectores, en este punto la concentración de los hidrocarburos totales de petróleo (C9-C40), es igual a 746, mg/kg., valor que es superior al límite guía (500 mg/kg) establecido en "*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia".*

El punto de muestreo de Sedimentos S0104-Sed002 está ubicado en el sector noroccidental del área impactada, este cuerpo de agua también es estacional, la concentración los hidrocarburos totales de petróleo (C9-C40), es igual a 48,8, mg/kg., valor que es inferior al límite guía (500 mg/kg) establecido en "*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia".*

3.7.4.3. *Compuestos Orgánicos Volátiles (BTEX)*

La concentración de Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xileno en sedimentos es inferior al límite de referencia de "*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia".*

Así mismo la concentración de Benceno, Tolueno, Etilbenceno y Xilenos en sedimentos es inferior a los límites de detección (LD<0,0031; 0,0038; 0,0028 y 0,0104), respectivamente, de la técnica analítica de cromatografía.

3.7.4.4. *Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAH's)*

La concentración de Benzo (a) Pireno en sedimentos es inferior al límite guía ISQG reglamentado en "*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)".*

La concentración de Benzo (a) Pireno es inferior al límite de detección (LD< 0,0009) de la técnica analítica de cromatografía.

La concentración de Naftaleno en sedimentos es inferior al límite guía reglamentado en "*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia".*

3.7.4.5. *Metales Totales*

A continuación, se presentan las gráficas de la concentración de Arsénico (As), Cadmio (Cd), Cromo (Cr), Plomo (Pb) y Mercurio total en sedimentos, la normatividad aplicable es la Guía "*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)*" o "*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*".

No existe normatividad nacional e internacional que defina y regule la concentración de Bario en sedimentos, la concentración de Bario en sedimentos registrada se mencionará con carácter meramente referencial.

3.7.4.5.1. Arsénico (As)

La concentración de Arsénico en sedimentos es inferior al límite guía ISQG reglamentado en "*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)*".

Así mismo la concentración de Arsénico en sedimentos es inferior al límite de detección (LD<3,5) de la técnica analítica de ensayo de metales totales por ICP óptico.

3.7.4.5.2. Bario (Ba), Bario Extraíble (Ba)

A continuación, en la **Figura 3-67**, se representa la gráfica de la concentración de Bario y Bario extraíble, en las muestras de sedimentos tomadas en época seca (menos húmeda).

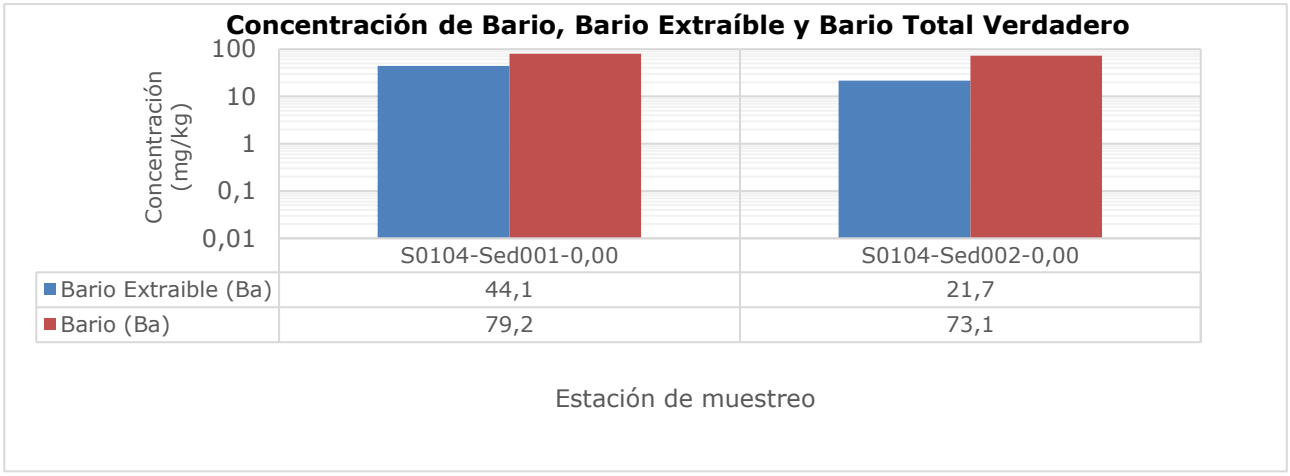


Figura 3-67. Concentración de Bario, Bario Extraíble y Bario Total Verdadero en Sedimentos

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

La concentración de Bario en sedimentos no está reglamentada en la legislación del Perú, ni tampoco en la normatividad internacional, los valores de Bario en sedimentos son referenciales.

La concentración del Bario en la muestra Nivel de fondo S0104-NF1-0,25 es igual a 71,7 mg/kg. En el punto de muestreo de sedimentos S0104-Sed001, la concentración de Bario es igual a 79,2 y en el punto de muestreo S0104-Sed002, la concentración es igual a 73,1, se observa que las concentraciones de Bario para las matrices de suelo y sedimentos están dentro del mismo rango, se concluye por lo tanto que la concentración de Bario en sedimentos corresponde a factores de origen natural.

3.7.4.5.3. Cadmio

La concentración de Cadmio en los dos (2) puntos en donde se realizó el muestreo de sedimentos es inferior al límite de referencia (3,5 mg/Kg), establecido por "*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*".

Así mismo la concentración de Cadmio en sedimentos es inferior al límite de detección (LD<0,5) de la técnica analítica de ensayo de metales totales por ICP óptico.

3.7.4.5.4. Cromo

A continuación, en la **Figura 3-68**, se representa la gráfica de la concentración de Cromo (Cr), en las muestras de sedimentos tomadas en época seca (menos húmeda).

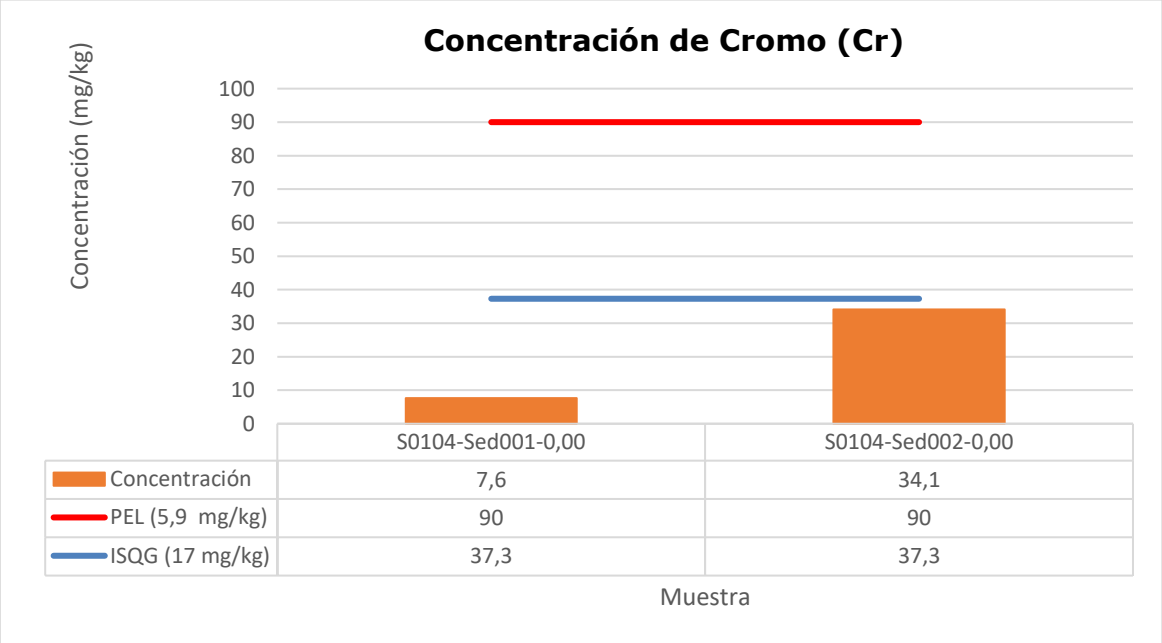


Figura 3-68. Concentración de Cromo (Cr) en Sedimentos
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

La concentración de Cromo en la estación de muestreo de sedimentos, S0104-Sed001, es igual a 7,6 mg/kg, el valor es inferior el estándar ISQG definido en "*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)*". La estación de muestreo está ubicada en el sector oriental del área impactada.

La concentración de Cromo en la estación de muestreo de sedimentos, S0104-Sed002, es igual a 34,1 mg/kg, este valor es inferior al límite ISQG (37,3 mg/kg), definido en "*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)*". En este punto se observa un incremento en la concentración de Cromo,

Según la Guía "*Canadian Environmental Quality Guidelines*", cuando la concentración de un contaminante no supera el límite ISQG, la sustancia de interés no representa un riesgo potencial para los organismos acuáticos expuestos.

3.7.4.5.5. Plomo

A continuación, en la **Figura 3-69**, se representa la concentración de Plomo, en las muestras de sedimentos tomadas en época seca (menos húmeda).

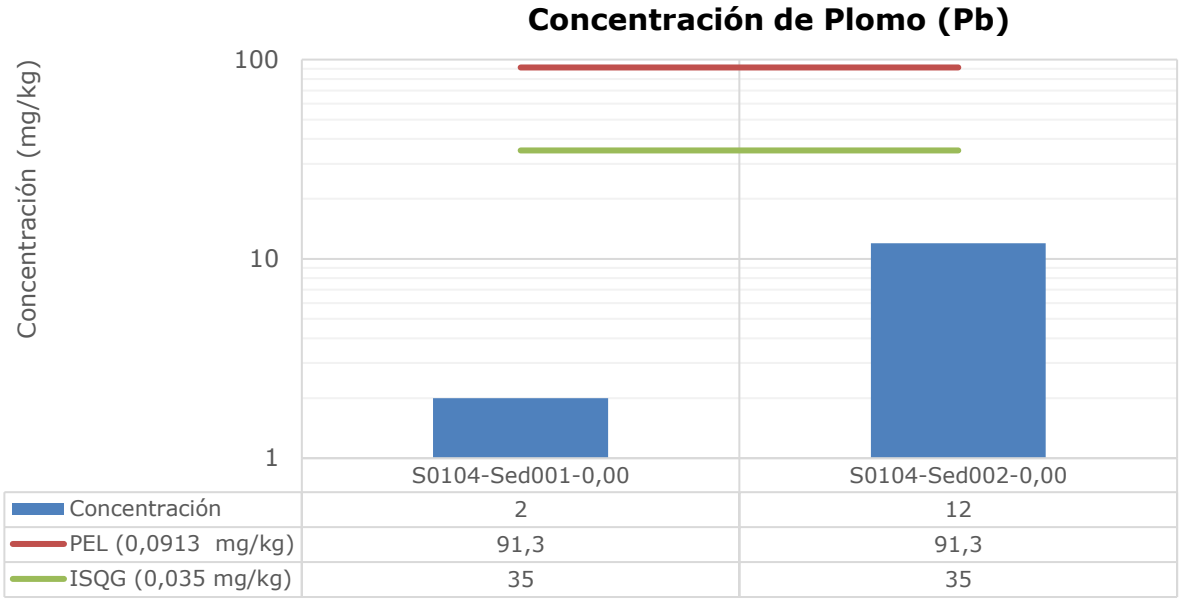


Figura 3-69. Concentración de Plomo (Pb) en Sedimentos
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

La concentración de Plomo en la estación de muestreo de sedimentos, S0104-Sed001, es menor a 2,0 mg/kg, el valor es inferior el estándar ISQG definido en "*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)*".

La concentración de Plomo en la estación de muestreo de sedimentos, S0104-Sed002, es igual a 12 mg/kg, este valor es inferior al límite ISQG (35 mg/kg), definido en "*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)*". En este punto se observa un incremento en la concentración de Plomo, pero la concentración no representa riesgo alguno para las especies acuáticas.

La mayor concentración de Plomo en sedimentos se registró en el punto que está sobre el costado oriental del Sitio S0104 (Botadero km 2), que es la zona en donde están dispersos la mayor cantidad de residuos que pueden estar aportando Cromo por escorrentía y lixiviación a los sedimentos.

3.7.4.5.6. Mercurio

A continuación, en la **Figura 3-70**, se representa la gráfica de Mercurio para el Sitio S0104 (Botadero km 2).

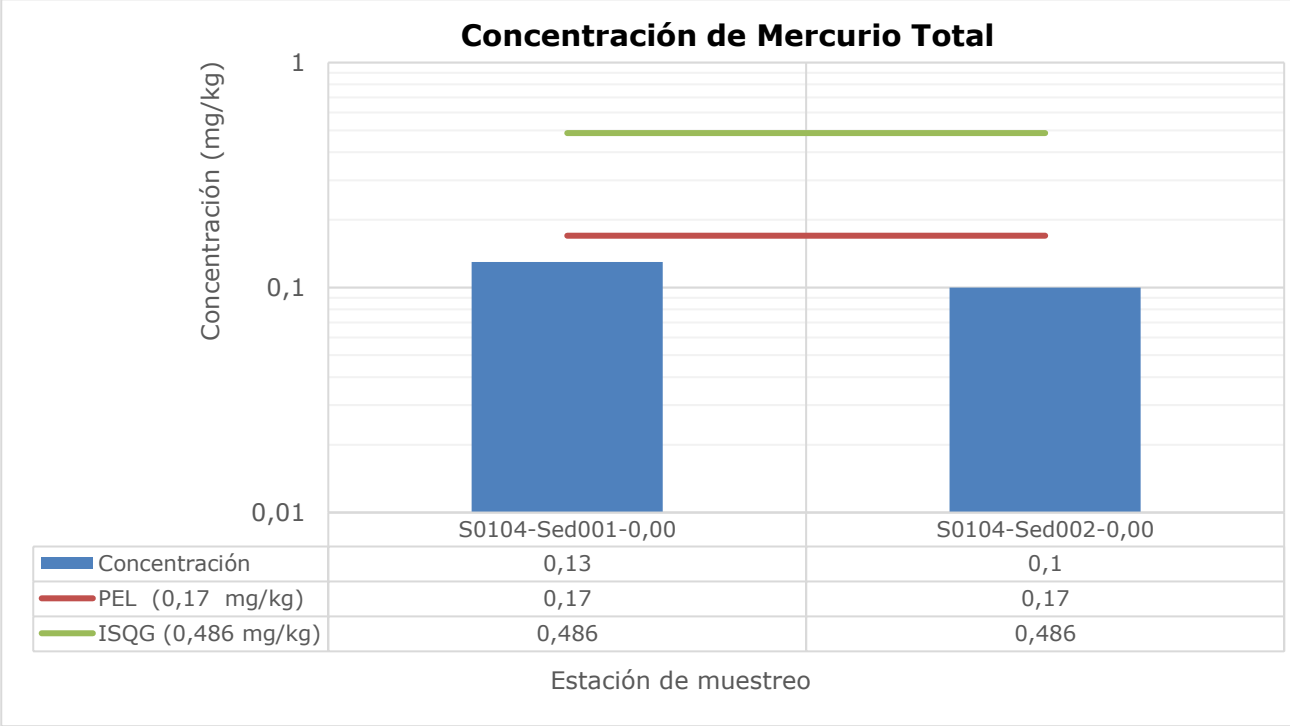


Figura 3-70. Concentración de Mercurio (Hg) en Sedimentos
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

La concentración de Mercurio en sedimentos es inferior al límite guía ISQG reglamentado en *"Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)"*, no es de esperarse efectos negativos y adversos en los humanos y la vida acuática por efectos del mercurio.

A continuación, en la **Figura 3-71**, se muestra el resultado del muestreo de sedimentos en el Sitio S0104 (Botadero km 2).

Figura 3-71. Resultado de Muestreo de Sedimentos
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.7.4.6. *Conclusión de los Resultados*

La concentración de hidrocarburos totales de petróleo (C9-C40) en el punto de muestreo S0104-Sed001, supera el límite reglamentado en "*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia",* este punto recoge las aguas que provienen no solamente del área impactada sino de también de zonas externas que pueden estar realizando el aporte de fracciones de hidrocarburos.

En los puntos de muestreo de suelo ubicados sobre la pendiente alta con respecto al punto de muestreo de sedimentos, S0104-Sed001 no se encontraron fracciones de hidrocarburos, se concluye que no hay migración de hidrocarburos desde la terraza alta hacia los cuerpos de agua estacionales.

La concentración de metales pesados en sedimentos es inferior a lo reglamentado en la Normatividad internacional.

3.7.5. Interpretación de los Resultados del Componente Hidrobiológico

3.7.5.1. *Análisis de Abundancia*

3.7.5.1.1. Fitoplancton

En la **Figura 3-72**, se presentan los valores de abundancia de fitoplancton.

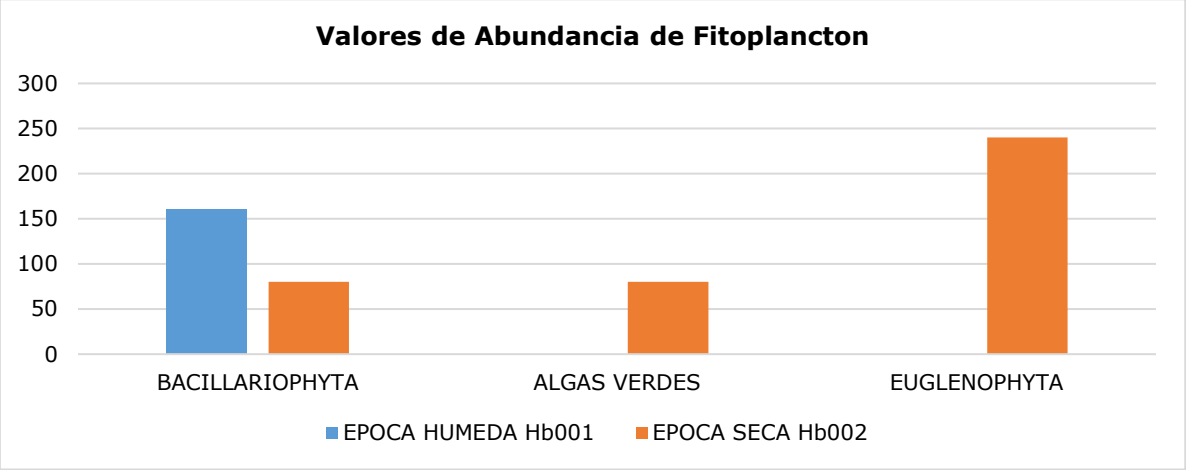


Figura 3-72. Comparación de Valores de Abundancia (N) de fitoplancton
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la composición que se registró en la época húmeda, fue taxonómicamente más abundante los Bacillarophyta que representa el 100 % de la abundancia total (160 organismo/litro) y Algas verdes, Cyanobacteria, Euglenophyta y Pyrrophycophyta reportaron (0, organismo/litro).

En la época seca (menos húmeda) la dominancia del fitoplancton en la estación fue del grupo de las Euglenophyta (60%), seguida de los Bacillariophytas y las Algas verdes con 20%, cada una respectivamente.

La dominancia del grupo de los Euglenophytas con la especie *Euglena sp* (Algas), se debe a la abundancia de materia orgánica que se registra en la estación Hb002, y también a la tolerancia de pH muy bajos que se registran. (Ver **Figura 3-72**).

3.7.5.1.2. Zooplancton

En la **Figura 3-73**, se presentan los valores de abundancia de zooplancton.

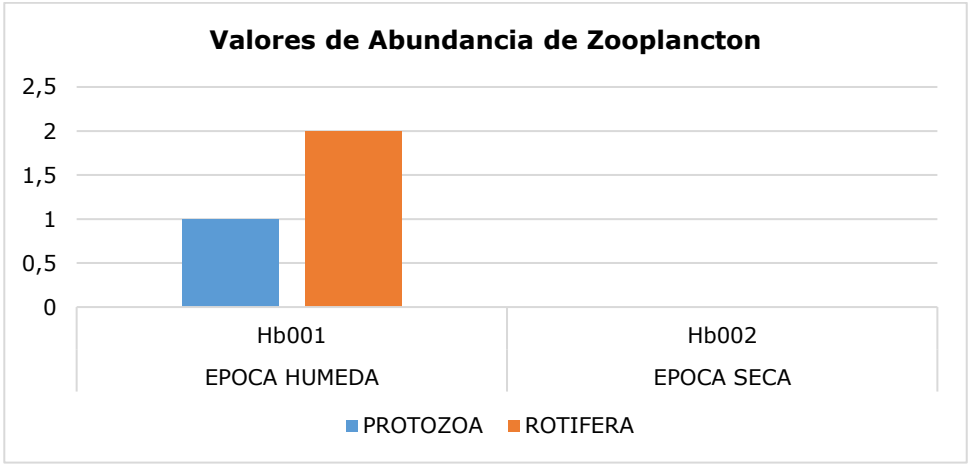


Figura 3-73. Comparación de Valores de Abundancia (N) de Zooplancton
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

La abundancia (N) de zooplancton reporto tres (3) organismo/litro, en la época húmeda.
En la época seca (menos húmeda) no se reportó ningún tipo de organismos.

El grupo de los Rotíferas, dominante en la época húmeda (dos (2) individuos/litro) juegan un papel muy importante en la cadena trófica alimentaria de los ecosistemas acuáticos continentales, como alimento para los peces y también como recicladores eficientes de la materia orgánica.

Los Protozoos presentes en la época húmeda registran un solo organismo/litro, características de hábitat con abundante materia orgánica (hojarasca y turberas).

La ausencia del zooplancton en la época seca (menos húmeda), probablemente, se deba a la escasa o nula presencia de nutrientes en el hábitat. (ver **Figura 3-73**).

3.7.5.1.3. Perifiton

En la **Figura 3-74**, se presenta los valores de abundancia de perifiton.

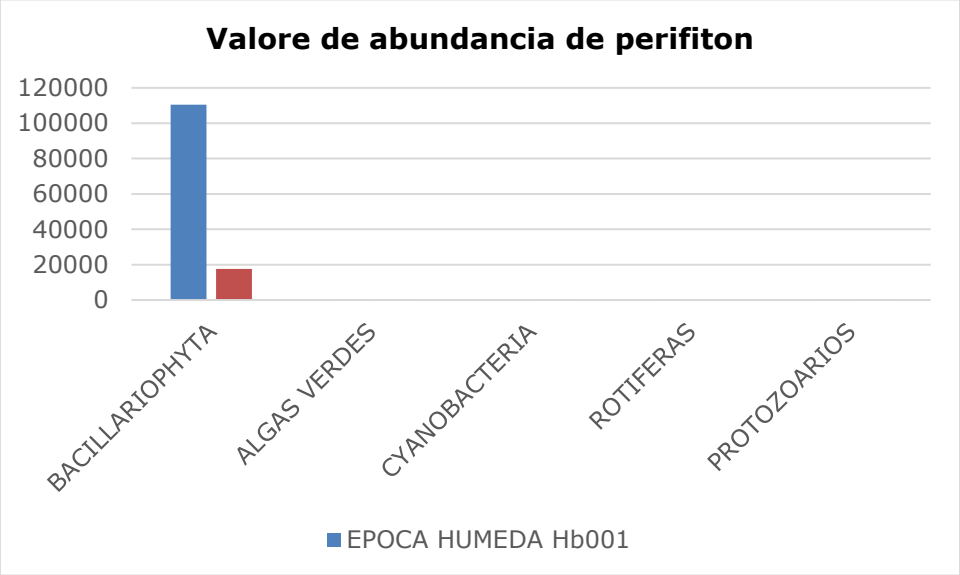


Figura 3-74. Comparación de Valores de Abundancia (N) de Perifiton
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

La abundancia (N) de Perifiton, en la época húmeda, fue mayor el *phyllum Bacyllariophyta* (algas unicelulare) con 99,84% (110406,15 organismo/cm^2), seguido de Protozoarios (133,68 organismo/cm^2), Algas verdes (30.85(organismo/cm^2), Rotíferas (20,57 organismo/cm^2).

Al igual que en la época húmeda, en esta época seca (menos húmeda), la dominancia de los *Bacillariophytas* (algas unicelulare) es evidente con 98,63% de la abundancia total. A continuación, se encuentra el grupo de las Algas verdes (1,03%), seguida de los *Protozoarios* (algas unicelulare) (0,29%). (ver **Figura 3-74**).

3.7.5.1.4. Macrozoobentos

- **Riqueza (d) de Macrobentos**

En la **Figura 3-75**, se presenta la comparación de los valores obtenidos de abundancia de macrozoobentos en época seca (menos húmeda) y húmeda.

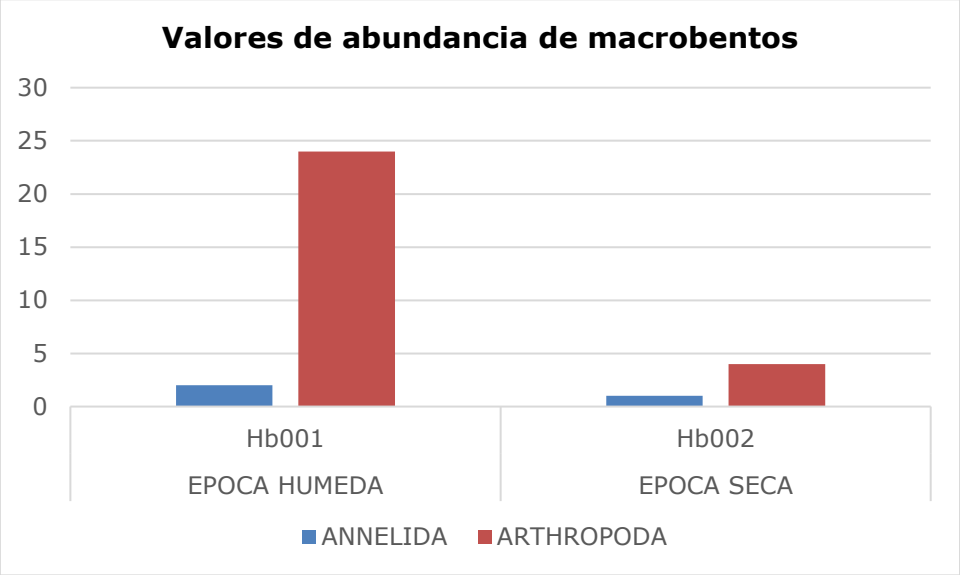


Figura 3-75. Comparación de Valores de Abundancia (N) de Macrozoobentos
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

La abundancia (N) de Macrobentos, en la época húmeda, fue mayor el *phyllum Arthropoda (ameba)* con 24 individuos/m^2 (92,31%), seguido de *Annelida (*gusanos*)* (7,69%).

En la época seca (menos húmeda), la dominancia del grupo *Arthropoda* fue igual que en la época húmeda.

En la época seca (menos húmeda), el grupo dominante son los *arthropodos* y dentro de este grupo se encuentra el orden trichoptera, la familia *Hydropsychidae* en estado larval quienes desarrollan en sitios afectados por un enriquecimiento orgánico moderado con flujo moderado. (ver **Figura 3-75**).

3.7.5.1.5. Peces (Necton)

El especialista en hidrobiología con el acompañamiento del Monitor Ambiental de Nuevo Porvenir, realizó el esfuerzo de colecta de peces para determinar por medios analíticos la concentración de metales en el tejido muscular, pero la talla y cantidad de individuos capturados en ambas épocas, no fue suficiente para realizar el análisis de tejido muscular en laboratorio; el cuerpo de agua, tiene un bajo caudal y su cauce cambia radicalmente según la estacionalidad.

3.7.5.2. *Análisis de índices*

3.7.5.2.1. Índice de Riqueza de Margalef (d)

En la **Figura 3-76**, se presenta la comparación entre época húmeda y seca (menos húmeda) para el índice de riqueza de Margalef en fitoplancton.

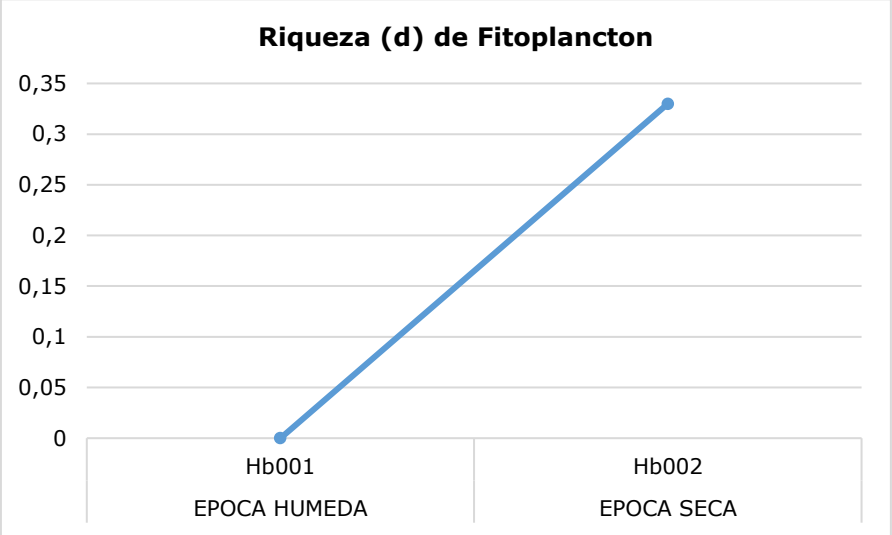


Figura 3-76. Riqueza (d) de Fitoplancton
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

El índice de riqueza de Margalef, registro una condición de diversidad en riqueza de especies (d) bajo, tanto en la época húmeda como en la época seca (menos húmeda).

La riqueza de fitoplancton se incrementa ligeramente por las condiciones climáticas favorables (temperatura, caudal, etc.), pero siempre manteniéndose en la condición de bajo. (Ver **Figura 3-76**).

- **Riqueza (d) de Zooplancton**

En la **Figura 3-77**, se presenta la comparación entre época húmeda y seca (menos húmeda) para el índice de riqueza de Margalef en Zooplancton.

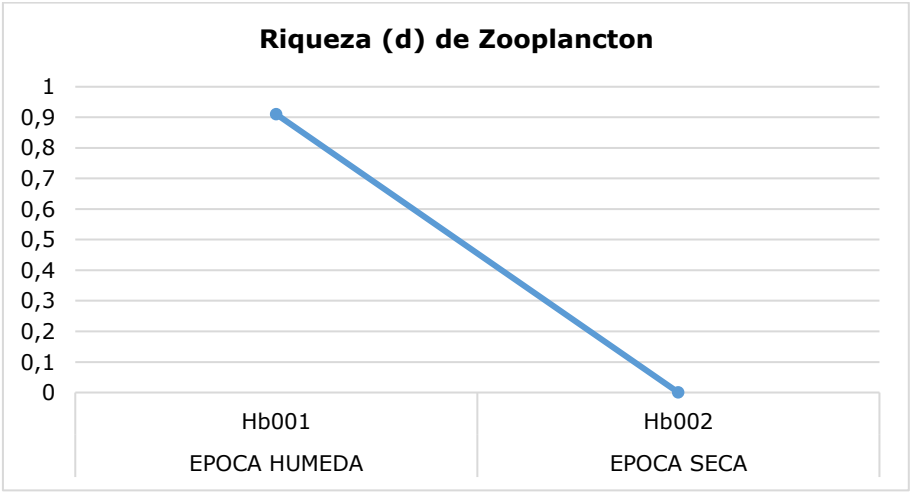


Figura 3-77. Riqueza (d) de Zooplancton
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

El índice de riqueza Margalef para zooplancton, registro una condición de diversidad en riqueza de especies (d) baja, como se puede (ver **Figura 3-77**).

- **Riqueza (d) de Perifiton**

En la **Figura 3-78**, se presenta la comparación entre época húmeda y seca (menos húmeda) para el índice de riqueza de Margalef en perifiton.

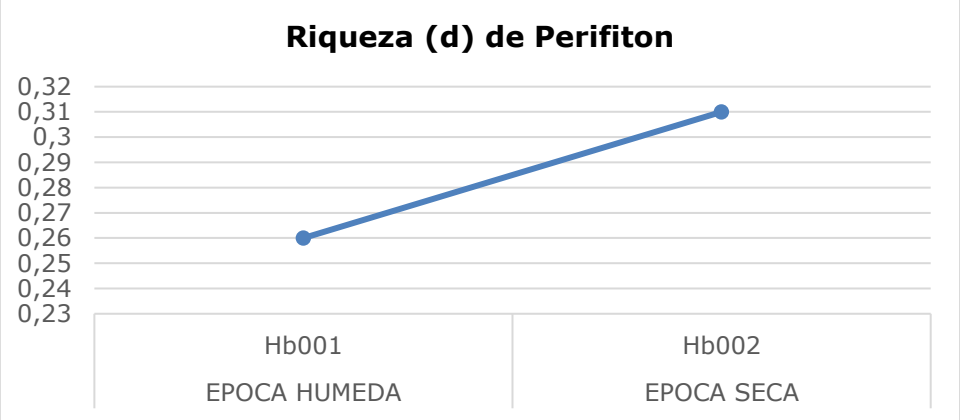


Figura 3-78. Riqueza (d) de Perifiton
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

El índice de riqueza Margalef, registro una condición de diversidad en riqueza de especies (d) bajo en la época húmeda.
En la época seca (menos húmeda) la riqueza de especies se incrementa ligeramente, por las condiciones climáticas favorables que se presentan, como la temperatura, el caudal bajo, el promedio de la profundidad baja, (**Figura 3-78**).

- **Riqueza (d) de Macrobentos**

En la **Figura 3-79**, se presenta la comparación entre época húmeda y seca (menos húmeda) para el índice de riqueza de Margalef en perifiton.

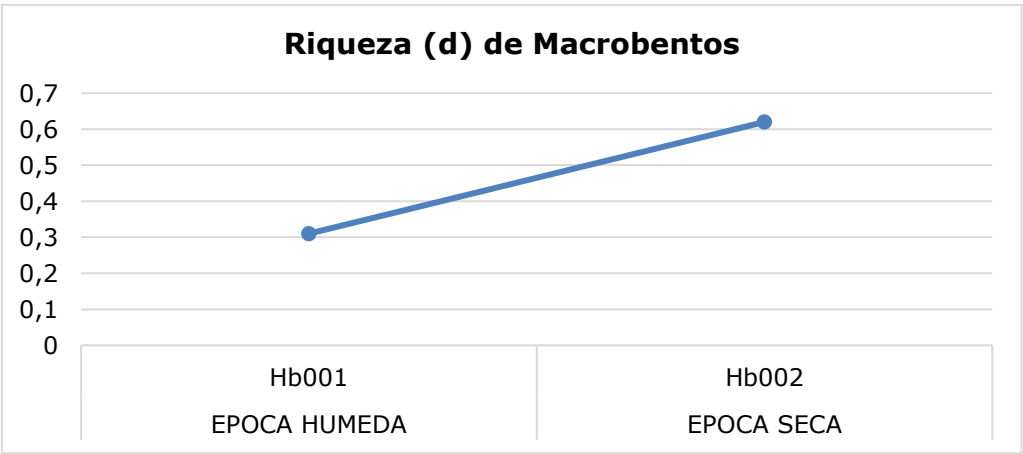


Figura 3-79. Riqueza (d) de Macrobentos
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

El índice de riqueza de Margalef, registro una condición de diversidad en riqueza de especies (d) bajo en la época húmeda y época seca (menos húmeda).

3.7.5.2.2. Índice de diversidad de Shannon-Wiener

- **Diversidad (H') de Fitoplancton**

En la **Figura 3-80**, se presenta la comparación entre época húmeda y seca (menos húmeda) para la diversidad (H') de fitoplancton.

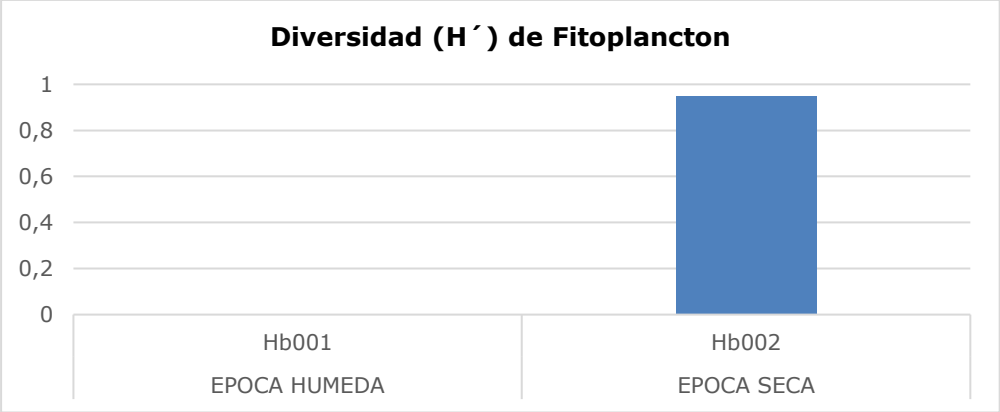


Figura 3-80. Diversidad (H') de Fitoplancton
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la época húmeda se registraron dos especies, quienes dominan el fitoplancton y consecuencia de ello el índice de diversidad de Shannon se manifiesta como cero. (ver **Figura 3-80**).

En la época seca (menos húmeda) el índice de diversidad de Shannon-Wiener se registró una diversidad baja, (ver **Figura 3-80**).

- **Diversidad (H') de Zooplancton**

En la **Figura 3-81**, se presenta la comparación entre época húmeda y seca (menos húmeda) para la diversidad (H') de zooplancton.

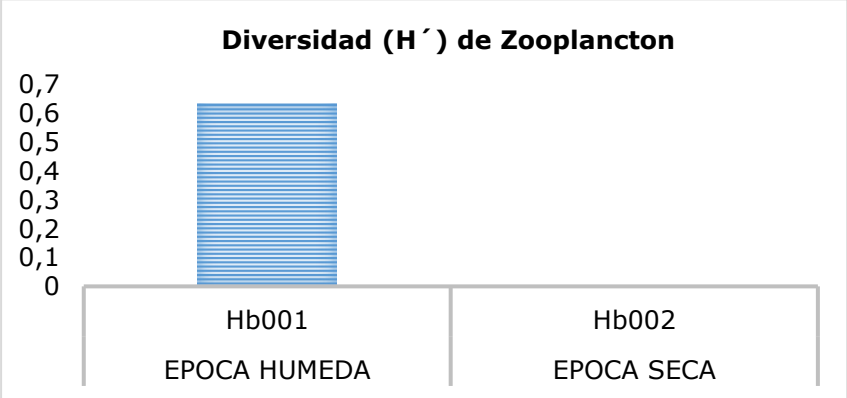


Figura 3-81. Diversidad (H') de Zooplancton
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la Época húmeda se reportaron cuatro (4) especies, las cuales dan un índice de diversidad de Shannon bajo.

En la época seca (menos húmeda) no se reportó organismos. (Ver la **Figura 3-81**).

- **Diversidad (H') de Perifiton**

En la **Figura 3-82**, se presenta la comparación entre época húmeda y seca (menos húmeda) para la diversidad (H') de perifiton.

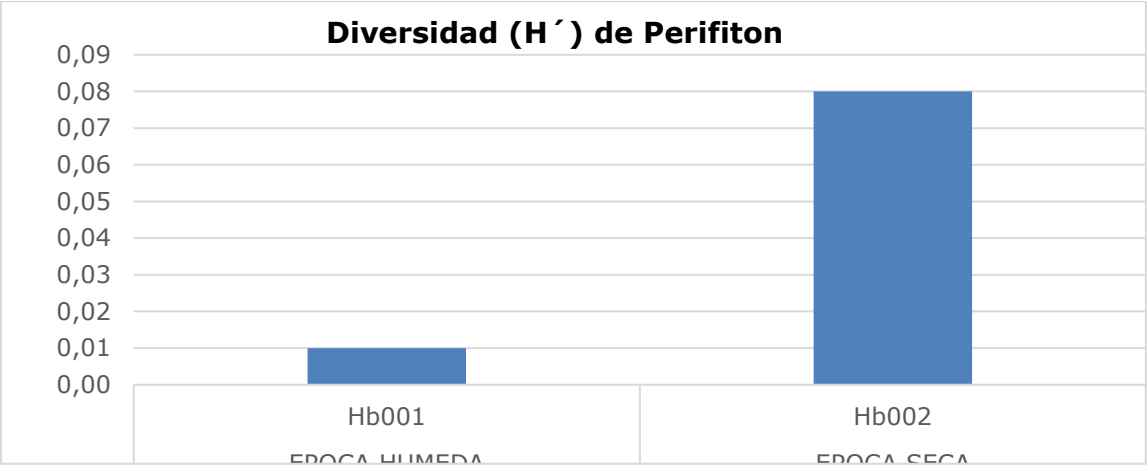


Figura 3-82. Diversidad (H') de Perifiton
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la época húmeda y la época seca (menos húmeda) se registraron diversidad baja para el índice de Shannon, (Ver **Figura 3-82**).

- **Diversidad (H') de Macrobentos**

En la **Figura 3-83**, se presenta la comparación entre época húmeda y seca (menos húmeda) para la diversidad (H') de Macrobentos.

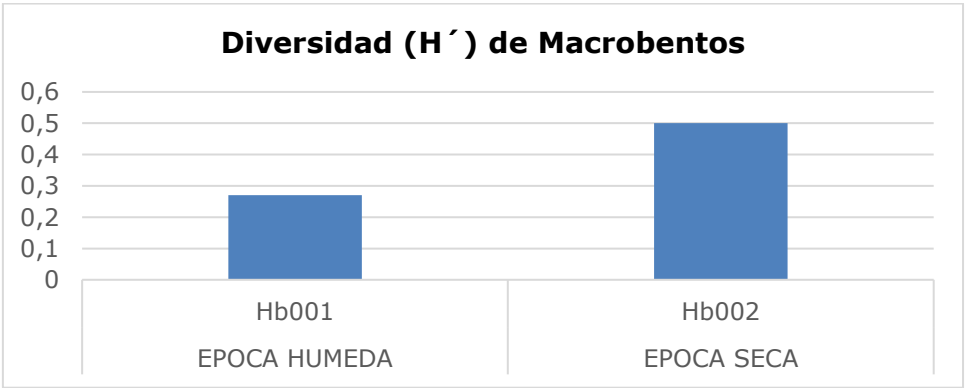


Figura 3-83. Diversidad (H') de Macrobentos
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Se registraron pocas especies dominantes para la estación, indicando una diversidad baja (H) del índice de Shannon, en la época húmeda y la época seca (menos húmeda), en la cual tuvo un ligero incremento, probablemente por las condiciones más favorables que se presentan. (Ver **Figura 3-83**).

3.7.5.3. *Conclusiones*

- En cuanto a la abundancia y la riqueza del fitoplancton, los mayores registros se encuentran en la época seca (menos húmeda), esto debido a las condiciones favorables que se presentan por la estacionalidad (mayor temperatura, menor caudal).

- La riqueza y abundancia de los macroinvertebrados se ve afectada por el tipo de sustrato que se encuentra en las estaciones en la cuenca del rio Pastaza, donde predomina el sustrato tipo limo-arcilloso con abundante materia orgánica.

- Los grupos dominantes en abundancia y riqueza en el fitoplancton y los macroinvertebrados son los *Bacillariophyta* y los *Arthropodos*, en esta ocasión los rotíferos dominan el zooplancton.

- La diversidad de riqueza para los índices de Shannon-Wiener y de Margalef se presentan de bajos, por la presencia de unos pocos organismos, que en algunos casos son solo un representante.

- En el caso del Perifiton, sigue la dominancia de los *Bacillariophytas*, tanto en la época húmeda como en la época seca (menos húmeda), seguida de los Protozoarios (época húmeda) y las Algas verdes (época seca).

3.7.6. Interpretación de los Resultados del Componente Biótico

3.7.6.1. *Interpretación de los Resultados de Flora*

El levantamiento de vegetación arrojo un resultado en composición florística de 20 familias, 35 géneros y 38 especies, como se puede apreciar, en las primeras 10 familias se agrupa más del 71% de los géneros del estudio y el más del 73% de las especies; las familias Arecaceae y Euphorbiaceae, son las de más diversidad, representadas con 4 géneros y 5 especies.

Según el método propuesto por Ogawa, la dispersión de los individuos en los estratos para este levantamiento de vegetación presenta tres (3) estratos arbóreos. Si bien los bosques de Sitio S0104 (Botadero Km 2) son de carácter secundario presenta una distribución de alturas estratificada y con una fuerte competencia de los individuos arbóreos por la luz en el estrato arbóreo inferior.

La especie con mayor peso ecológico es *Jacaranda macrocarpa* (Jacaranda) con IVI de 56,22% producto de sus valores de la dominancia 27,87%, la abundancia 22,54% y frecuencia de 5,81%, esto significa que la especie aparece con alto volumen de ocupación del espacio entendido con área basal, moderada ocurrencia en la abundancia de individuos y en las parcelas de muestreo es alta su representatividad.

La siguiente especie con mayor peso ecológico es Inga sp. (Guaba)*, que presenta una abundancia y frecuencia relevantes y un IVI de 28,97%. Luego le siguen el Shefflera sp.* (Shefflera)*, Miconia sp.* (cainillo)*, Vismia sp. (*Pichirina*), Nectandra sp. (Moena), Virola sp.* (Cumala)*, Croton palanostigma* (Purmacaspi) *e Indeterminado con una importancia ecológica similar y superior al 10%.*

En cuanto a la distribución diamétrica los resultados arrojados en bosques secundarios de terraza de sitio S0104 (Botadero Km 2) es similar a la tendencia de j invertida, ya que las primeras clases diamétricas agrupan 78% de los individuos. Las clases VII y VIII no presentan individuos cada una y se puede explicar porque posiblemente el bosque sufrió de aprovechamiento forestal que removió la masa forestal, la cual está se está recuperando y se observa en estadios tempranos de la sucesión.

Los resultados de diversidad biológica obtenidos en cuanto a riqueza específica y heterogeneidad para los bosques secundarios, permite establecer que se trata de un bosque que presenta una composición florística moderadamente heterogénea. El valor indica una relación de 1:8 lo que quiere decir que por cada 8,3 individuos reportados en el inventario es posible encontrar una especie diferente. Se presenta como una unidad de cobertura boscosa poco heterogénea en términos de cociente de mezcla. Para los bosques secundarios de terraza del Sitio S0104 (Botadero Km 2), el valor del índice de Margalef (6,43) y Menhinick (2,14), indica que esta muestra es diversa y heterogénea para este tipo de cobertura. Los resultados de índice de Simpson (D) e índice de Shannon-Wiener (H´), son de 0,095 y de 2,38 respectivamente, ratificando lo anteriormente descrito.

El análisis de la regeneración natural presenta la especie *Guarea kunthiana* (Requia), como la especie que mayor índice de regeneración natural presenta, significa que esta especie está representada en las tres categorías de tamaño establecidas para el cálculo del índice.

Otras especies importantes en la regeneración natural son el *Inga sp.* (Guaba) *y Shefflera sp.* (Shefflera) estas especies son especies del gremio pionero y se encuentran representadas en más de una categoría de tamaño.

En los resultados de los análisis de tejidos vegetales para concentraciones de metales pesados, se muestran concentraciones altas de algunos elementos como el aluminio (En suelos con pH menor a 5, el aluminio (Al) es un elemento perjudicial al solubilizarse en formas iónicas. Estas formas iónicas han demostrado ser muy tóxicas para las plantas, provocando inicialmente la inhibición de la elongación de las raíces. Casierra P. F.; Aguilar A., O. 2007), Arsénico (es uno de los principales contaminantes ambientales y la fitorremediación se presenta como una herramienta efectiva para retirar este elemento del medio ambiente), Bario, cadmio, cobalto, cromo, plomo y estroncio, esto indica la absorción de los iones metálicos por parte de las especies vegetales que se han establecido en los lugares impactados. La especie *Arthocarpus altilis* (Pandicho) presenta concentraciones de plomo en los tejidos foliares, pero no en el frutal.

3.7.6.1.1. Interpretación de los resultados de Metales en Muestras Foliares

En la **Tabla 3-109** se presentan los resultados de las muestras foliares que se tomaron en un área colindante con el punto de muestreo de suelo S0104-S001, en el cual la concentración de metales pesados es inferior a los límites reglamentados en el ECA para suelo.

Tabla 3-109. Concentración de metales pesados en tejidos foliares

Punto de muestreo de Suelo S0104-S001						Punto de muestreo de Suelo S0104-S004			NORMATIVIDAD			
Coordenadas	Este	338975				339040						
	Norte	9693202				9693083						
Fecha de Muestreo		25/08/2018										
Identificación		S0104-FLO-HO-001 Arthocarpus	S0104-FLO-Fr-001 Arthocarpus	S0104-FLO-HO-001 Cecropia	S0104-FLO-HO-001 Jacaranda	S0104-FLO-HO-001 Inga	S0104-FLO-HO-001 Vismia	S0104-FLO-HO-001 Mauritia				
Coordenadas	Este	338975	338975	338975	338975	339040	339040	339040				
	Norte	9693202	9693202	9693202	9693202	9693083	9693083	9693083				
Época de Muestreo		Seca	Seca	Seca	Seca	Seca	Seca	Seca				
Parámetro	Unidad	RESULTADO							UE[1] (2006)	CODEX[2] (1995)	MERCOSUR[3] (2011)	ESTANDAR REP. CHINA[4] (2017)
Arsénico (As)	mg/kg	1	1,1	1,6	1,3	0,9	1,2	1,5	N.A.	0,2	0,1	N.A.
Bario (Ba)	mg/kg	112,9	64,2	37,6	11,1	169,1	54,3	0,8	----	----	----	----
Cadmio (Cd)	mg/kg	0,39	0,1	<0,02	0,22	0,07	0,53	<0,02	0,1	0,1	0,2	N.A.
Cromo (Cr)	mg/kg	0,4	0,7	0,4	<0,2	<0,2	<0,2	1,2	N.A.	N.A.	N.A.	0,5
Plomo (Pb)	mg/kg	0,2	<0,05	0,12	1,29	2,42	1,68	<0,05	0,1	0,1	0,1	N.A.

[1]Reglamento (CE) N° 1881/2006 de la Comisión. Contenido Máximo de Determinados Contaminantes en los Productos Alimenticios.

[2]Norma General para los Contaminantes y las Toxinas Presentes en los Alimentos y Piensos del Codex Alimentarius, CXS 193-1995 (última enmienda 2018).

[3]Resolución N° 12/11 que aprueba el Reglamento Técnico Mercosur sobre Límites Máximos de Contaminantes Inorgánicos en Alimentos (2011).

[4]Estándar Nacional de la Republica China para la Seguridad de Alimentos - Límites de Contaminantes en Alimentos, GB 2762-2017.

Fuente: Informe de ensayo 49335 de Laboratorio ALS, 2018.

000272

Para determinar que metales han sido bioacumulados progresivamente por las plantas como resultado de procesos de absorción del metal que se encuentra en forma natural en el suelo, se analizó y correlacionó la concentración del Arsénico (As), Bario (Ba), Cadmio (Cd), Cromo (Cr) y Plomo (Pb) en el punto de muestreo de suelo adyacente al punto de toma de la muestra de tejido foliar, con la concentración del metal en las muestras foliares.

El análisis de los resultados de la concentración de metales pesados en las muestras foliares permite concluir lo siguiente:

- **Arsénico (As)**

La concentración de Arsénico (As) en el tejido foliar de la especie *Arthocarpus sp* (Pandicho), es igual a 1 mg/kg; en los frutos de la especie *Arthocarpus sp* (Pandicho), la concentración es igual a 1,1 mg/kg; en la especie *Cecropia sp.* (Cecropia), la concentración es igual a 1,6 mg/kg; en la especie *Jacaranda sp.* (Jacaranda), la concentración es igual a 1,3 mg/kg. Estas muestras superan los estandares del CODEX y del MERCOSUR.

La concentración de Arsénico en el punto de muestreo de suelo S0104-S001, el cual es adyacente al sector en donde se tomaron las muestras foliares es inferior al límite de detección (LD<3,5), por lo tanto, las cuatro especies vegetales están bioacumulando progresivamente el Arsénico que se encuentra en condiciones naturales en el suelo.

- **Bario (Ba)**

La concentración de Bario (Ba) en las hojas de la especie *Arthocarpus sp* (Pandicho), es igual a 112,9 mg/kg; en los frutos de la especie *Arthocarpus sp* (Pandicho), la concentración es igual a 64,2 mg/kg; en la especie Cecropia sp. (Cecropia)., la concentración es igual a 37,6 mg/kg; en la especie *Jacaranda sp*. (Jacaranda), la concentración es igual a 11,1 mg/kg.

La *Arthocarpus sp* (Pandicho), es la especie que tiene mayor capacidad de bioacumulación de Bario, en las hojas se bioacumula en mayor proporción el Bario que en sus frutos.

Las muestras foliares se tomaron cerca del punto S0104-S001, en donde la concentración del Bario en suelo es igual a 67,4 mg/kg; la concentración de Bario en la muestra Nivel de fondo S0104-NF1-0,25 es igual a 71,7 mg/kg, por lo tanto, las cuatro especies vegetales están bioacumulando progresivamente el Bario que se encuentra en condiciones naturales en el suelo. No hay norma de referencia internacional para el parámetro Bario (Ba).

- **Cadmio (Cd)**

La concentración de Cadmio (Cd) en las hojas de la especie *Arthocarpus sp* (Pandicho), es igual a 0,39 mg/kg, en los frutos de la especie *Arthocarpus sp* (Pandicho), es igual a 0,1 mg/kg; en la especie *Cecropia sp.* (Cecropia), es menor al límite de detección (LD<0,02 mg/kg); en la especie *Jacaranda sp.* (Jacaranda), la concentración es igual a 0,22 mg/kg.

La *Arthocarpus sp* (Pandicho), es la especie que tiene mayor capacidad de bioacumulación de Cadmio, en las hojas se bioacumula en mayor proporción el Cadmio que en sus frutos.

La concentración de Cadmio en el punto de muestreo de suelo S0104-S001, es inferior al límite de detección (LD<3,5), por lo tanto, este tipo de plantas están bioacumulando progresivamente el Cadmio que se encuentra en condiciones naturales en el suelo que han superado la norma de la Unión Europea, CODEX y MERCOSUR.

- **Cromo (Cr)**

La concentración de Cromo (Cr) en las hojas de la especie *Arthocarpus sp* (Pandicho)*,* y *Cecropia sp.* (Cecropia), es igual a 0,4 mg/kg; en la especie *Jacaranda sp*. (Jacaranda), es menor al límite de detección (LD< 0,2) en los frutos de la especie *Arthocarpus sp* (Pandicho), es igual a 0,7 mg/kg.

La concentración de Cromo en el punto de muestreo de suelo S0104-S001, es igual a 14,9 mg/kg, este valor es muy inferior a los valores registrados en la muestra Nivel de fondo (160 mg/kg).

En los frutos de la especie Arthocarpus sp (Pandicho), hay mayor bioacumulación de Cromo que en sus hojas, superando el estándar de referencia de la Republica China.

La especie que no tiene la capacidad de bioacumular Cromo es la *Jacaranda sp.* (Jacaranda)

- **Plomo (Pb)**

La concentración de Plomo (Pb), en las hojas de la especie *Arthocarpus sp* (Pandicho), es igual a 0,2 mg/kg, y en sus frutos es inferior al límite de detección (LD<0,05); en la especie *Cecropia sp. (*Cecropia*)*, es igual a 0,12 mg/kg; en la especie *Jacaranda sp*. (Jacaranda), es igual a 1,29 mg/kg.

La especie que mayor capacidad tiene de absorber Plomo es la *Jacaranda sp.* (Jacaranda)

La concentración de Plomo en el punto en donde se tomaron las muestras foliares es equivalente 70 mg/kg, esta concentración es igual al límite reglamentado en el ECA.
Las tres especies tienen la capacidad de bioacumular Plomo, en mayor grado la especie *Jacaranda sp*. (Jacaranda).

3.7.6.1.1. Conclusiones

En términos generales el Sitio S0104 (km 2), se caracteriza por una cobertura de la tierra donde predomina el bosque secundario de terraza, los valores arrojados por el cociente de mezcla indican una complejidad en la masa forestal, y es ratificado por la abundancia de especies.

La cobertura boscosa del el Sitio S0104 (km 2), presenta una composición florística heterogénea y con una dinámica sucesional de especies que se puede confirmar con los resultados obtenidos del monitoreo realizado en el mes de abril del año 2018.

Las sustancias propensas a la bioacumulación alcanzan concentraciones crecientes a medida que se avanza en el nivel trófico en la cadena alimenticia. En función de cada sustancia, esta acumulación puede producirse a partir de fuentes abióticas (contaminantes antrópicos, suelo, aire, agua), o bióticas. Entre estas tenemos el cadmio, plomo y el arsénico entre otras presentes en las especies *Arthocarpus altilis* (Pandicho)*, Mauritia flexuosa* (Aguaje) *y Cecropia sp.* (Cecropia), estas especies se configuran como una muy buena alternativa para futuros procesos de fitorremediación. La especie *Arthocarpus altilis* (Pandicho) presenta concentraciones de plomo en los tejidos foliares, pero no en el frutal, esto indicaría que para el caso particular del *Arthocarpus altilis* (Pandicho) el contaminante no pasaría a la siguiente cadena trófica.

3.7.6.2. *Interpretación de los Resultados de Fauna*

3.7.6.2.1. Esfuerzo de Muestreo

Por tratarse de un área afectada de 3,4 Hectáreas, el esfuerzo de muestreo fue mucho menor al propuesto por la guía de inventario de la Fauna Silvestre (MINAM, 2015) debido principalmente al tamaño del área, ya que las metodologías propuestas están diseñadas para cubrir grandes áreas geográficas y no pequeñas áreas como es el caso.

3.7.6.2.2. Representatividad

El muestreo realizado alcanzó valores cercanos o superiores al 50% de representatividad cumpliendo con lo establecido por la guía de inventario de la Fauna Silvestre (MINAM, 2015). Sin embargo, estimadores más rigurosos como CHAO, ACE, ICE, entre otros, mostraron que la representatividad fue baja, debido principalmente a que la riqueza y abundancia encontrada fue muy poca en todos los grupos taxonómicos. Este resultado puede indicar que: es necesario aumentar el esfuerzo de muestreo en las mismas épocas climáticas o en periodos de transición. Así mismo, este resultado puede indicar que, el grado de afectación sobre el área es tan considerable que no es posible encontrar una diversidad importante en el área. Para determinar esto sería necesario realizar un seguimiento riguroso al área afectada durante el desarrollo de la rehabilitación.

3.7.6.2.3. Composición y Estructura

- **Herpetofauna**

En el muestreo de la época húmeda (08 a 10 de Julio de 2019) fue posible evidenciar que algunas áreas del Botadero Km 2 se encontraban inundadas, ocasionando que las condiciones del microhábitat (humedad relativa y temperatura) formados allí desplazaran algunas especies y solo pudieran encontrarse aquellas que presentan ámbitos generalistas como es el caso de *Rhinella margaritifera* y *Allobates sp.* Durante la época seca (menos húmeda), las condiciones de éstos microhábitat posiblemente cambiaron hasta el punto de favorecer la aparición de otras especies al aumentar las zonas de refugio y la disponibilidad de recursos en el área (11 a 13 de septiembre de 2018).

- **Avifauna**

El orden Passeriformes fue el mejor representado y es reconocido a nivel mundial como el más diverso para el grupo Aves (Barker *et al*, 2004). Se caracteriza por exhibir una gran capacidad de aprovechamiento de los recursos disponibles, ya que la mayoría de las aves de este grupo son insectívoras, recurso alimenticio que se halla en gran abundancia en zonas tropicales; además, este grupo ha colonizado y habitado desde áreas naturales no intervenidas hasta áreas producto de la intervención antrópicas por lo cual es de esperarse que sea el grupo con mayor riqueza encontrado en el presente estudio.

La riqueza de aves fue muy escasa y las especies registradas se caracterizan por ser aves asociadas y/o adaptadas a zonas intervenidas, por lo cual pudo evidenciarse un proceso de afectación antrópica que se ha dado en el área desde hace tiempo.

- **Mastofauna**

De las especies registradas pudo notarse que la mayoría de ellas muestran hábitos de desplazamiento mayores al tamaño del área afectada, observando algunos individuos usando el área como zona de paso o ciertos registros de huellas. Los pocos registros encontrados en el presente estudio pueden indicar que la oferta de recurso para este grupo taxonómico es poco importante para las especies presentes en el área.

3.7.6.2.4. Diversidad

Por tratarse de un área en la cual se encuentra dominando la cobertura de Bosque de terraza (Bt) no fue posible comparar los valores de cada índice de diversidad para ver en qué zona los valores de este análisis eran más o menos altos. Sin embargo, esta información toma especial importancia al tenerlos como un valor de referencia inicial que sea comparable al momento de realizar la rehabilitación ecológica del mismo en la zona.

3.7.6.2.5. Especies de Importancia Ecológica, Económica y Cultural

La temporada de migración boreal no fue captada en el presente estudio debido a las fechas en las cuales se desarrollaron los muestreos (mayo y agosto-septiembre). Esta pudo ser la explicación principal por la cual no se registraron especies migratorias en el área.

3.7.6.2.6. Conclusiones

- La riqueza y abundancia de especies de fauna silvestre para una cobertura de Bosque de terraza de un tamaño de 3,4 hectáreas fue muy baja, lo cual muestra una clara afectación del hábitat que imposibilita la presencia de más especies.

- No se registraron evidencias de individuos afectados por algún contaminante, ni daños en sus estructuras tegumentarias atribuibles a contaminación por metales pesados o cualquier otra sustancia peligrosa.

- Se observaron especies de plantas herbáceas invasoras en el área de afectación del botadero km 2 las cuales deben ser retiradas durante la rehabilitación del área y hacer seguimiento a la regeneración y/o sucesión asistida con el fin de evidenciar la aparición y posible aumento de la composición de especies de fauna en el área. Se recomienda tener en cuenta los índices de diversidad y los datos de composición de especies para la fase de desarrollo de los planes de rehabilitación.

3.8. Delimitación del Sitio Impactado (Técnico y Topográfico) y Estimación de Áreas y Volúmenes

3.8.1. Sondeos para Delimitación de las Áreas

3.8.1.1. *Revisión de Información Histórica (Documentación OEFA, MINAM, ANA, entre otros)*

Se realizó la revisión de los informes elaborados por las entidades del Estado (OEFA, MINAM), los resultados de la revisión histórica se presentan en la "**Sección 3.1**" del presente documento.

3.8.1.2. *Visita Preliminar de Campo*

La visita preliminar al Sitio S0104 (Botadero km 2), se llevó a cabo el 01 de febrero de 2018, los objetivos planteados fueron los siguientes:

a. Verificar el tipo y estado de las vías de acceso.
b. Determinar la distancia entre los centros poblados y el área de potencial interés.
c. Determinar a través de entrevistas con la comunidad la importancia que tienen las áreas de potencial interés para los comuneros.
d. Identificar la geomorfología del terreno y caracterizar los cuerpos de agua que tienen influencia sobre el área de potencial interés.
e. Identificar la infraestructura petrolera instalada que tiene influencia sobre las áreas de potencial interés.
f. Realizar un mapeo con GPS navegador, del perímetro del área de potencial interés.

g. Identificar el límite de la dispersión de los posibles contaminantes de preocupación y georreferenciar elementos ambientales vulnerables.
h. Involucrar a los monitores ambientales y a personal de la comunidad en el reconocimiento de las áreas de potencial interés.
i. Indagar sobre los antecedentes históricos del lugar.
j. Realizar sondeos manuales dirigidos y de manera aleatoria para identificar la dinámica de migración de los posibles contaminantes de preocupación.
k. Levantar información relevante que permita elaborar el modelo conceptual inicial del área de potencial interés.

La identificación y caracterización de los residuos superficiales que están distribuidos en toda el área de potencial interés y la realización de sondeos manuales permitió establecer la naturaleza y modo de distribución de los contaminantes de preocupación.

La interpretación de la información levantada en campo y el análisis de la información secundaria permitió realizar la delimitación y demarcación del área de potencial interés.

En el **Anexo 6.3**, se puede consultar el mapa que muestra la delimitación del Sitio S0104 (Botadero km 2).

En la **Figura 3-84**, se representa la delimitación del área del Sitio S0104 (Botadero km 2), la cual fue calculada en 2,28 ha.

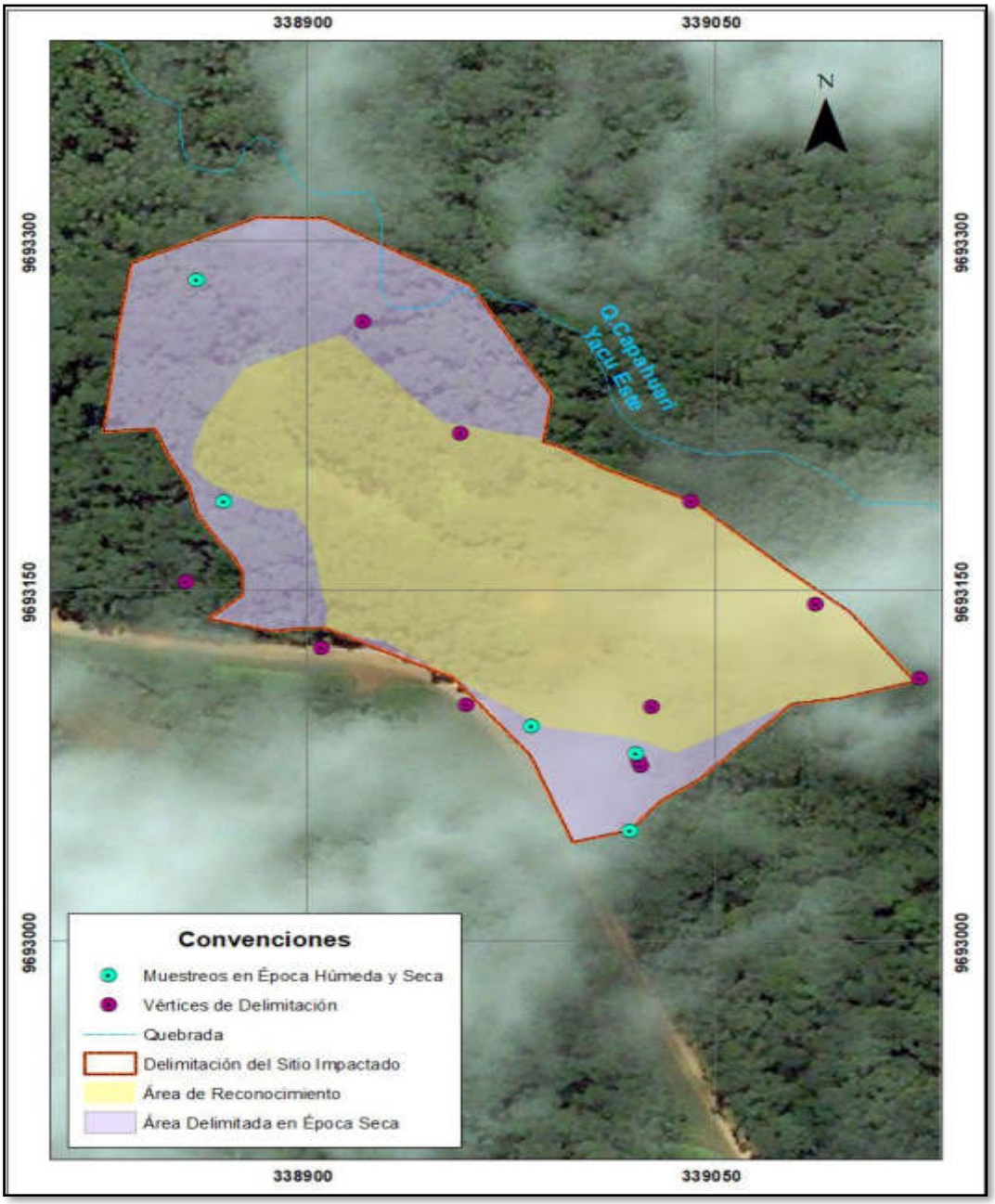


Figura 3-84. Área Delimitada del Sitio S0104 (Botadero km 2)
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.8.1.3. *Muestreo de Suelos*

- **Época Húmeda**

Los días 14 y 15 de mayo, se desarrolló el plan de muestreo correspondiente a la época húmeda en el Sito S0104 (Botadero km 2), con el objeto de precisar con datos analíticos los límites del área de potencial interés y realizar su caracterización.

Para determinar los límites hasta donde han migrado los contaminantes de preocupación, establecer su distribución espacial y definir el contorno del perímetro de la zona impactada, se elaboró un plan de muestreo que contemplaba realizar en época húmeda el análisis de metales pesados, fracciones

de hidrocarburos F1, F2, F3, BTEX, PAH's y PCB's, en suelo en cinco (5) puntos de muestreo; los puntos de muestreo se ubicaron en sectores perimetrales.

El área inicialmente calculada se amplió debido a que se identificaron residuos en una zona externa al perímetro inicialmente georreferenciado.

La nueva área se calculó en 3,67 ha.

- **Época Seca**

Durante los días 10 al 16 de septiembre de 2018, se realizó el muestreo correspondiente a la época seca (menos húmeda) con el objeto de cumplir a cabalidad con el plan de muestreo programado el cual contemplaba realizar el muestreo de suelo en diecinueve (19) puntos de muestreo.

La toma de las muestras se realizó en tres profundidades y abarcó sectores perimetrales e internos del área de interés, se realizó el muestreo en catorce (14) puntos.

El área definitiva es igual a 3,44 ha.

3.8.1.1. Delimitación Topográfica

El lugar en donde se han enterrado la mayor cantidad de residuos industriales está ubicado sobre una terraza plana que limita al sur con una carretera; al norte limita con una zona de aguajales y sectores bajos inundables; al occidente limita con un cuerpo de agua estacional; al oriente limita con un sector de bajos inundables y anegables.

En el **Anexo 6.1**, se presenta el plano topográfico del Sitio S0104 (Botadero km 2).

3.8.2. Estimación de Áreas y Volúmenes

Para calcular un volumen de corte o relleno existen varios métodos, el método usado será el método de las secciones transversales y para ello se aplicó el Software AutoCAD Civil 3D. El método consiste en trazar un eje en la dirección de mayor extensión y, su ubicación será lo más centrada posible al área del cual el volumen se desea calcular. Una vez trazado el eje, se secciona con líneas perpendiculares a este eje trazado teniendo en cuenta que, cuanto más pequeña sea la distancia entre cada sección, más preciso será el cálculo de volumen. (Ver **Figura 3-85**).

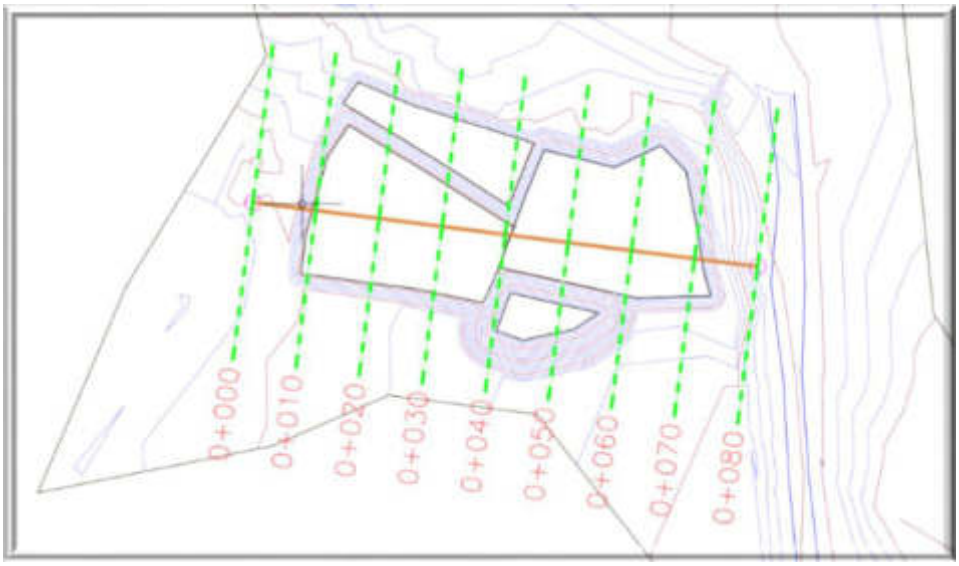


Figura 3-85. Seccionamiento de Áreas
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Una vez trazado las secciones perpendiculares al eje, se dibuja la sección y se calcula el área de cada una de ellas; para calcular el volumen entre dos secciones continuas se utiliza la siguiente formula:

$$V = (A1 + A2) /2*D.$$

Es decir, se realiza la semisuma de las 2 áreas contiguas y se multiplica por la distancia que hay entre ellas, y así se va acumulando hasta la última sección. (Ver **Figura 3-86**).

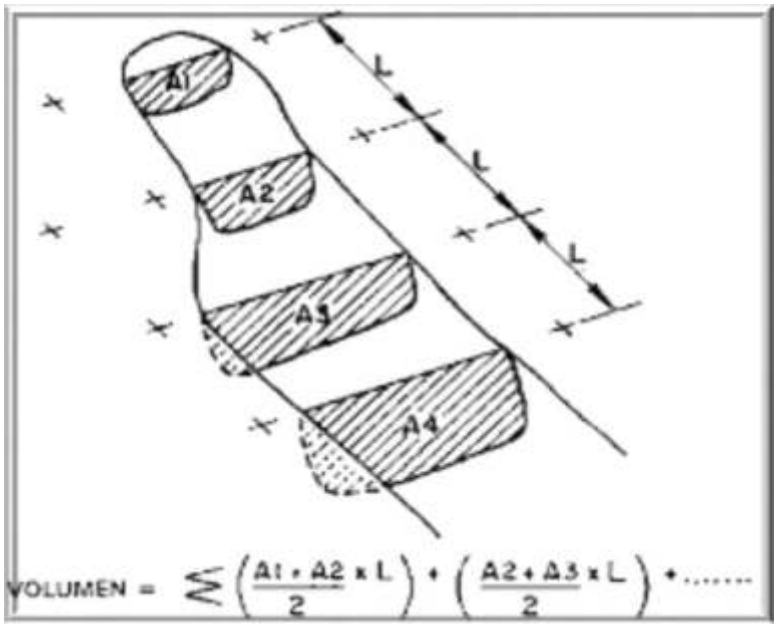


Figura 3-86. Cálculo de Volúmenes
Fuente: Cubicación de cortes y relleno, método del área media, ministerio de transportes y comunicaciones, 2008.

A continuación, en la **Tabla 3-110**, se presentan los resultados obtenidos para el cálculo de las áreas y volúmenes a intervenir:

Tabla 3-110. Estimación de Áreas y Volúmenes de Suelo a Intervenir

Polígono	Área a Intervenir (m^2)	Volumen Parcial (m^3)	Volumen Total (m^3)
Polígono 1	12857	32029	32029

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Figura 3-87**, se muestra la representación gráfica de las áreas y volúmenes a intervenir en el Sitio S0104 (Botadero km 2).

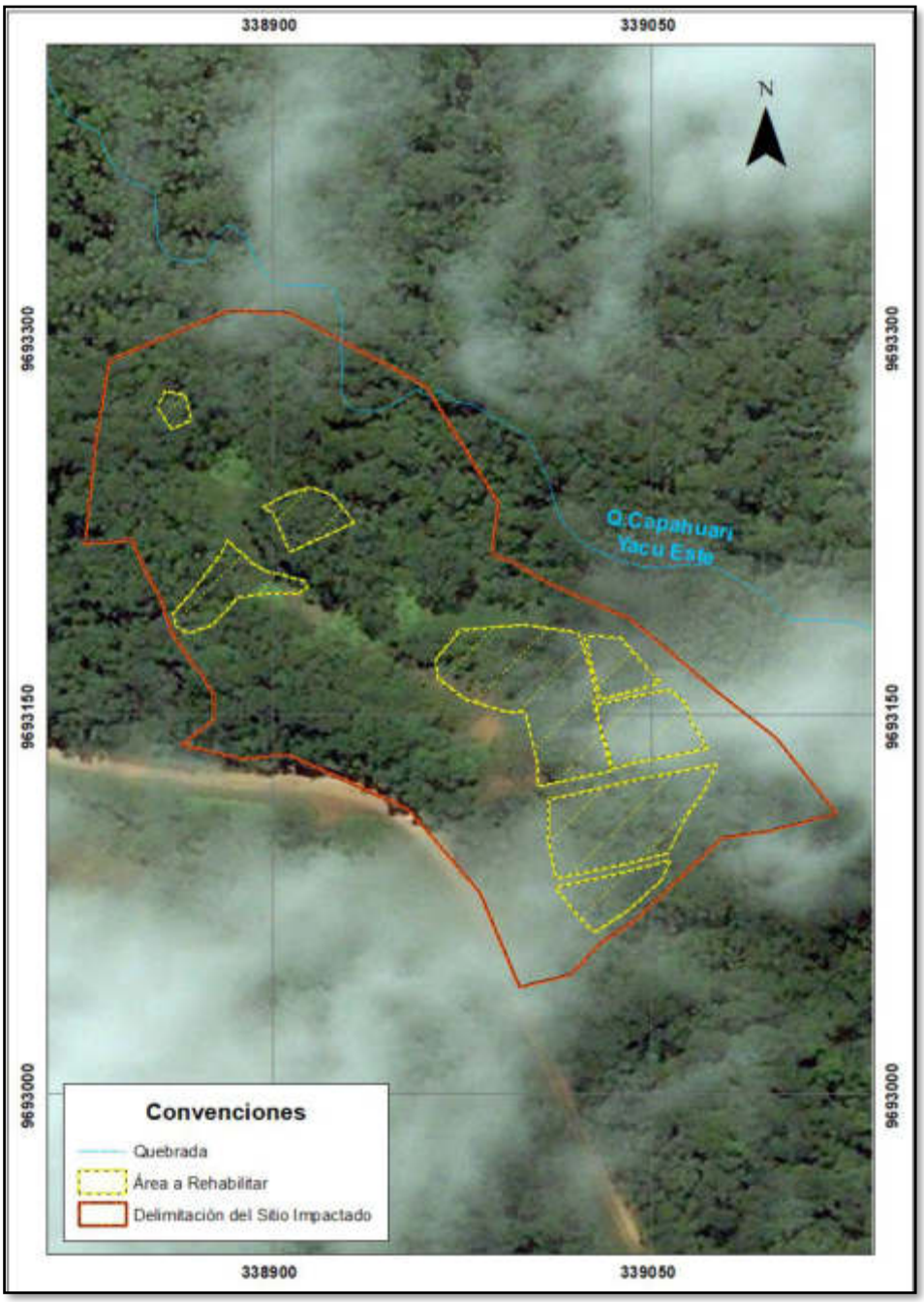


Figura 3-87. Representación Áreas del Sitio Impactado y Volúmenes de Suelo a Remediar
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.9. Desarrollo del Modelo Conceptual Inicial

Los informes elaborados por entidades del Estado (OEFA, MINAM) y la información recabada durante la visita preliminar realizada al Sitio S0104 (Botadero km 2), son los dos pilares iniciales sobre los cuales se elaboró el modelo conceptual inicial.

Los resultados de laboratorio de las muestras tomadas en época húmeda y seca (menos húmeda), permitieron realizar ajustes y modificaciones definitivas al modelo conceptual inicialmente planteado.

3.9.1. Fuentes de los Contaminantes

En el Sitio S0104 (Botadero km 2), las fuentes que están aportando al medio ambiente metales pesados y fracciones de hidrocarburos son de diversa naturaleza y tipo. Los residuos industriales como piezas metálicas, repuestos de vehículos, piezas electrónicas, vidrios, lubricantes, etc., se han distribuido superficialmente y también han sido enterrados.

Los residuos se han dispuesto a través de toda el área de interés, generando la deposición de metales pesados como Arsénico (As), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb), en concentraciones que superan el límite reglamentado en el D.S. N° 011-2017-MINAM; además, hay fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40) dispersas en diferentes sectores del área impactada, las cuales tienen el riesgo potencial de contaminar las aguas de infiltración.

En sedimentos los resultados de laboratorio indican que se ha presentado la decantación y absorción de hidrocarburos totales de petróleo en concentraciones que superan los estándares de referencia reglamentados en "*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia".*

3.9.1.1. *Focos Potenciales*

Como resultado del inadecuado manejo y disposición de residuos industriales que han sido diseminados superficialmente y enterrados a profundidades de hasta 5,0 m, agentes contaminantes que contienen metales pesados como Arsénico (As), Cadmio (Cd), Plomo (Pb) y fracciones pesadas de hidrocarburos; las matrices de suelo y sedimentos han resultado afectadas, para el caso de agua superficial es posible que por transferencia de masa desde los sedimentos hacia la columna de agua se alteren sus propiedades físico químicas.

La difusión y dispersión de los agentes contaminantes, cuyas concentraciones superan los límites reglamentados en el ECA se ha dado a través de los sustratos de suelo de las celdas y por escorrentía a través de los taludes de la terraza alta.

Los focos potenciales que contribuyen a la dispersión de los contaminantes identificados son:

3.9.1.1.1. Suelo

En diferentes sectores del Sitio S0104 (Botadero km 2), fueron enterradas fracciones pesadas de hidrocarburos (lubricantes, grasas y aceites); las fracciones de hidrocarburos han migrado hacia sustratos inferiores de suelo.

No se ha presentado la migración de las fracciones de hidrocarburos hacia el lecho de los cuerpos de agua estacionales.

La absorción y fijación de metales pesados como el Arsénico (As), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb) en suelo se ha presentado preponderantemente, en los sustratos de la terraza alta en donde han sido enterrados los residuos y en aquellos sectores perimetrales a la terraza en donde hay piezas metálicas enterradas.

3.9.1.1.2. Sedimentos

Los sedimentos han absorbido fracciones de hidrocarburos totales en concentraciones que superan el límite establecido en *"Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia".*

En sedimentos no se encontraron metales pesados con concentraciones superiores a lo reglamentado en la Normatividad internacional.

3.9.1.1.3. Agua

El cambio del equilibrio físico químico existente en la interfase sedimentos-agua, puede provocar fenómenos de transferencia de masa de los hidrocarburos totales de petróleo hacia la columna de agua, alterando sus propiedades físico químicas.

3.9.1.2. *Priorización y Validación*

Para determinar la priorización y validación se tomó como referencia la guía para la elaboración de Planes de Descontaminación de Suelos del MINAM 2014, En la **Tabla 3-111,** según el elemento orientativo Número 4 que define:

Tabla 3-111. Caracterización y Ponderación de los Focos de Contaminación

Nivel Evidencia	Descripción
Confirmado +++	El foco está probado en campo y su existencia se infiere de las actividades ejecutadas en el sitio impactado. Ejemplo: se pueden observar sedimentos con trazas de hidrocarburo y/o evidencia de presencia de residuos en el foco.
Probable ++	El foco sólo se menciona en el diagrama de flujo o plano, no hay indicios en el campo.
Posible +/-	El foco se cita a menudo, sin mención específica. Ejemplo: la existencia una posible fuente mencionada en la entrevista con la comunidad.
Sin Evidencias: (no Confirmado)	La evidencia es débil, sólo una mención o sugerencia.

Fuente: Guía Para La Elaboración De Planes De Descontaminación De Suelos, MINAM, 2014.

El resultado de los análisis de laboratorio es concluyente sobre el tipo de sustancias de interés para cada una de las matrices.

En la **Tabla 3-112**, se presenta la clasificación de los niveles de evidencia.

Tabla 3-112. Focos Potenciales del Sitio S0104 (Botadero km 2)

Foco Potencial	*Sustancia de Interés	Clasificación según Evidencia
Suelo de la terraza alta	Fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28), F3 (>C28-C40), Metales totales: As, Cd, Pb.	Confirmado +++
Sedimentos en cuerpos de agua estacionales	Hidrocarburos totales de petróleo (C9-C40)	Confirmado +++
Aguas superficiales y de infiltración	As, Cd, Pb, por lixiviación y movilización de metales desde el suelo hacia el cuerpo de agua (Aguas de infiltración). Hidrocarburos totales de petróleo (por transferencia de masa desde la interfase sedimentos-agua).	Posible +/-

*Sustancias de Interés
As: Arsénico
Cd: Cadmio

Pb: Plomo
HC F2 = Fracción de hidrocarburos F2
HC F3 = Fracción de hidrocarburos F3

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Figura 3-88**, se identifica gráficamente la ubicación del foco potencial de contaminación de acuerdo a la tabla anterior.

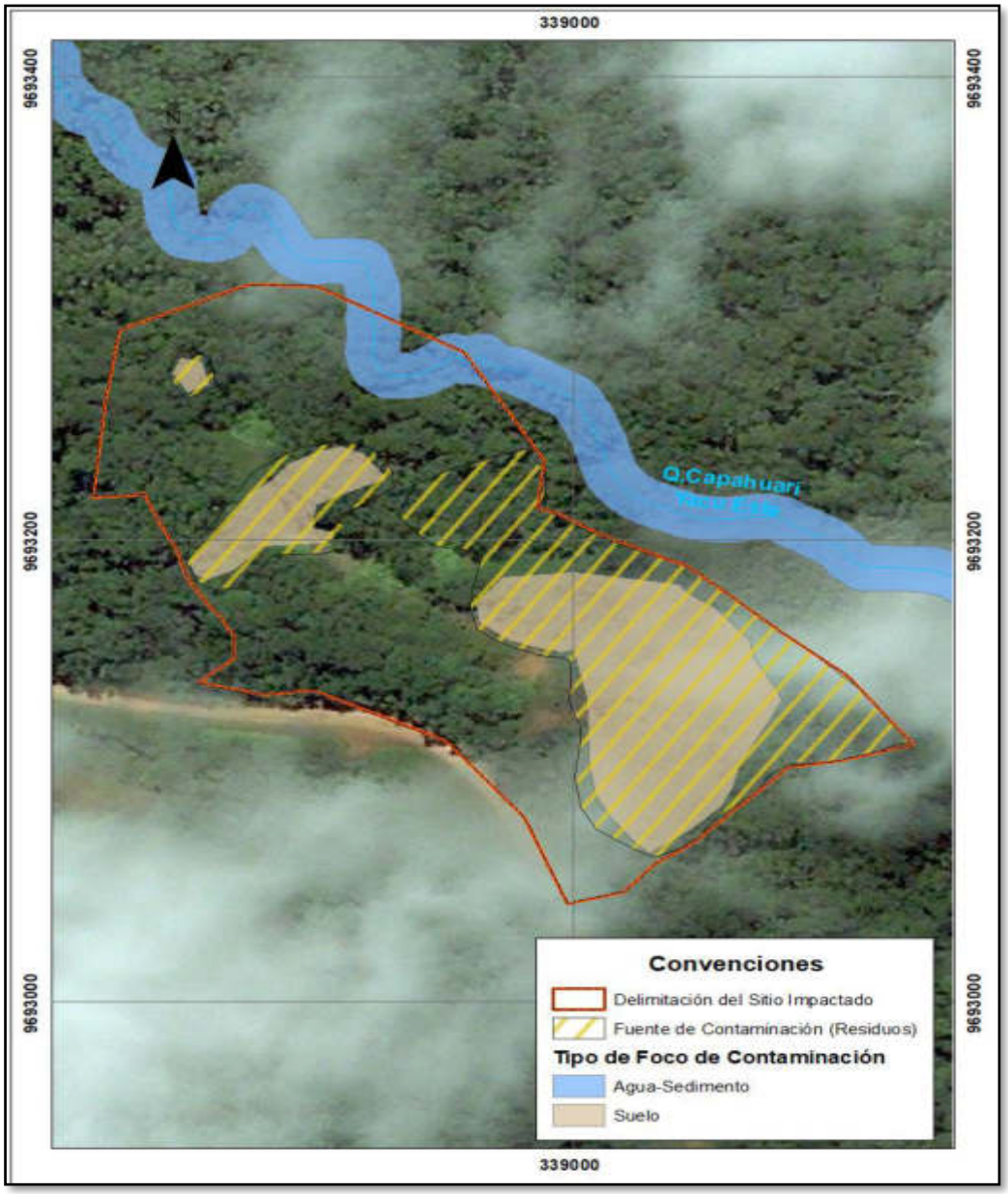


Figura 3-88. Mapa de Focos Potenciales de Contaminación del Sitio S0104 (Botadero km 2)

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.9.2. Potenciales Receptores de la Contaminación

Se identificaron tres tipos de receptores de la contaminación por acumulación de metales pesados en suelo, agua superficial y sedimentos. A continuación, se describen los receptores identificados:

3.9.2.1. *Antrópicos*

El Sitio S0104 (Botadero km 2) tiene gran importancia para la Comunidad Nativa de Porvenir, debido a que es un lugar en donde los comuneros realizan labores de caza.

Las fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40) están dispersas a través de diferentes sectores del área impactada. La concentración máxima de la fracción de hidrocarburos F2 es igual a 3960 mg/kg y la concentración de la fracción de F3 es igual a 16173 mg/kg.

Las fracciones de hidrocarburos F2 y F3, están generando un impacto en el suelo, es poco probable que los moradores de la zona queden expuestos directamente a la acción de los hidrocarburos debido a que son compuestos pesados que están enterrados

En la fase de muestreo no se encontraron fracciones de hidrocarburos F1 (C6-C10), debido a que por su elevada Presión de vapor es poco probable que se encuentren en el medio ambiente, por lo tanto, para los moradores de la zona, no existe el riesgo de inhalación de vapores orgánicos.

La concentración máxima en suelo de Arsénico (As) es de 88,2 mg/kg, la concentración máxima de Cadmio (Cd) es igual a 5,8 mg/kg, y para el Plomo (Pb), la concentración máxima es igual a 314 mg/kg; estos metales pesados fueron identificados a diferentes profundidades y están dispersos a través de toda el área impactada.

En sedimentos la concentración de hidrocarburos totales de petróleo es superior a 500 mg/kg., que es el límite reglamentado por la *"Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia"*

Estos metales son bioacumulables y se pueden transmitir a través de la cadena alimenticia, el grado de biodisponibilidad depende de múltiples variables entre las cuales cabe citar el estado de oxidación del metal, las propiedades del suelo (pH, potencial Redox, Humedad, tipo de materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico), el tipo de complejos formados (organometálicos o compuestos metálicos), según la *U.S. Environmental Protection Agency*.

El potencial de exposición de las personas dependerá del tipo de especies vegetales que puedan acumular el metal pesado, de las especies faunísticas que puedan bioacumular el metal y de los hábitos alimenticios.

3.9.2.2. *Ambiental - Especies de Fauna*

El riesgo ambiental derivado de la contaminación por metales pesados se relaciona directamente con la concentración, especiación y biodisponibilidad específica de cada metal, que determinan su reactividad, movilidad y su capacidad de ser absorbidos por las plantas y animales del entorno (McBride, 1994; Luo & Christie, 1998; Pueyo et al., 2007).

Los hábitos alimenticios de las especies animales influyen en el proceso de absorción de los metales pesados, el grado de absorción depende también del tipo de metal, de la especie animal y de la vía de exposición (*U.S. Environmental Protection Agency*).

En el Sitio S0104 (Botadero km 2), no hay presencia de animales domésticos ni de cría para su consumo, no obstante, si existen evidencias de aves, reptiles, mamíferos y otros animales que potencialmente podrían verse expuestos a la contaminación.

3.9.2.3. *Ambiental – Especies de Flora*

Los metales tienden a acumularse en la superficie del suelo quedando accesibles al consumo de las raíces de los cultivos (Baird, 1999). Las plantas absorben en general más oligoelementos y la concentración de éstos en los tejidos vegetales está a menudo directamente relacionada con su

abundancia en los suelos y especialmente en la solución húmeda (Kabata-Pendias & Pendias, 2001; Gulson et al., 1996). Lo anterior significa que la absorción de elementos por las plantas aumenta con el incremento de la concentración del metal en suelo.

Los receptores bióticos de flora, son todas aquellas especies de vegetación presentes en el perímetro del área impactada; se observa que hay afectación visible debido a contaminantes generados por las actividades petroleras. Así mismo, se concibe la afectación potencial de otras áreas con flora debido a la activación de mecanismos de transporte de los contaminantes por escorrentía desde la parte alta.

3.9.2.4. *Ambiental – Especies Hidrobiológicas:*

Las especies hidrobiológicas son receptores naturales de los metales pesados que por escorrentía, lixiviación o decantación están siendo absorbidos por los sustratos del lecho de los cuerpos de agua. No existe información suficiente que permita afirmar o desvirtuar que el Cromo y Plomo encontrado en agua superficial y en sedimentos este afectando a las especies hidrobiológicas

3.9.3. Potenciales Rutas y Vías de Exposición (Mecanismos de Transporte)

Se contemplan cinco (5) mecanismos de transporte del contaminante, contenidos en 3 diferentes matrices ambientales, los cuales se observan en la **Tabla 3-113**.

Tabla 3-113. Mecanismos de Transporte

Mecanismo	Matriz Ambiental	Foco Potencial de Contaminación	Descripción
Dispersión, Infiltración, Retención	Suelo	Suelo saturado con hidrocarburos.	Los contaminantes se infiltran y son absorbidos a través de los poros del suelo. Las personas y los receptores ecológicos (flora y fauna) pueden estar expuestos a la acción del contaminante por contacto directo o por absorción de hidrocarburos. Se puede dar la Ingestión por la caza de los animales que hayan estado en contacto directo con el contaminante que se encuentra en el suelo.
Migración de metales pesados	Suelo	Suelo con metales pesados (Ba, Cd, Pb).	Los metales pesados forman complejos iónicos con la materia orgánica y las arcillas. Los metales pesados son absorbidos por los poros del suelo. Biomagnificación y biotransferencia de metales pesados.
Sedimentación, transporte y deposición de sólidos	Sedimentos	Sedimentos saturados con hidrocarburos totales de petróleo.	Meteorización y sedimentación de fracciones medias y pesadas de hidrocarburos. Advección, emulsificación y absorción de hidrocarburos en los sedimentos.
Sedimentación, transporte y deposición de sólidos	Sedimentos	Absorción de metales pesados en la superficie de los sedimentos.	Procesos de lixiviación de los metales pesados hacia los cuerpos de agua. Transferencia de masa de la columna de agua a los sedimentos. Absorción de metales pesados. Formación de enlaces químicos.

Mecanismo	Matriz Ambiental	Foco Potencial de Contaminación	Descripción
Dispersión, Advección, Inundaciones, Escorrentía	Agua Superficial	Agua con fracciones de hidrocarburos disueltas y emulsificadas.	Las fracciones de hidrocarburos se dispersan o emulsifican en las aguas superficiales. La fase aceitosa dispersa en el agua impacta zonas anegables. La fase aceitosa dispersa en el agua afecta a los receptores ecológicos (flora y fauna), se puede producir biotransferencia de fracciones de hidrocarburos.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.9.4. Posible Migración de los Contaminantes de un Medio Físico a Otro

El grado de movilidad y la migración de los contaminantes de un medio físico a otro depende de sus propiedades fisicoquímicas, del tipo de enlaces químicos que este formando con otros compuestos, de factores medio ambientales, del grado de interacción entre el contaminante con las matrices de suelo, sedimento o agua.

A continuación, se presentan los factores que inciden en la migración de un medio físico a otro de los contaminantes identificados en el Sitio S0104 (Botadero km 2):

3.9.4.1. *Fracciones de Hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40) en Suelo*

El grado de movilidad de las fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28), F3 (>C28-C40) depende entre otras propiedades de la Viscosidad, Gravedad API del petróleo, composición química de las fracciones de hidrocarburos, Temperatura.

A mayor Gravedad API, los hidrocarburos tendrán un mayor grado de fluidez, por lo tanto, los hidrocarburos livianos se dispersarán más fácilmente a través de los espacios interlaminares del suelo y dado su carácter menos hidrofóbico que las fracciones más pesadas, podrán dispersarse y solubilizarse en la fase agua.

Debido a la baja Presión de vapor de las fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28 y F3 (>C28-C40) bajo las condiciones normales en las que se encuentran en el medio ambiente, no se producirá su volatilización.
El grado de migración de las fracciones de hidrocarburos a través de los horizontes de suelo depende de sus propiedades fisicoquímicas y de las propiedades del suelo.

El sector en donde están enterrados los residuos está constituido por suelos disturbados, no autóctonos, por lo tanto, se trata de suelos que permiten la migración de las fracciones pesadas hasta las capas de arcilla natural.

3.9.4.2. *Metales Pesados (Arsénico, Cadmio y Plomo) en Suelo*

Los metales identificados en suelo, son Arsénico (As), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb), se encuentran a profundidades entre 0,30 y 2,0, debido a que fueron enterrados sistemáticamente a esas profundidades.

La mayor concentración de los metales pesados se encuentra en los sustratos que tienen contacto directo con las fuentes aportantes de metales, progresivamente se observa una reducción en su concentración en la medida que la distancia se incrementa desde la fuente al punto de toma de la muestra. El Arsénico, Cadmio, el Plomo y los metales ferrosos y no ferrosos pueden migrar hacia las aguas de infiltración que se encuentran acumuladas en el subsuelo.

Los ensayos de TCLP indican del Arsénico, Bario, Cadmio, Cromo, Mercurio, Plomo indican que la concentración TCLP des estos metales e inferior al límite reglamentado en el *Code of Federal Regulations of USA.*

3.9.4.3. *Hidrocarburos totales de petróleo en Sedimentos*

Los hidrocarburos totales de petróleo encontrados en los sedimentos pueden ser absorbidos por los sustratos del lecho y dispersarse a través de la columna de agua.

3.9.5. Factores que Modifican el Efecto de los Contaminantes sobre los Receptores

A continuación, en la **Tabla 3-114**, se describen los factores más relevantes que pueden atenuar o modificar el efecto de los contaminantes:

Tabla 3-114. Efecto de los Contaminantes sobre los Receptores en el Sitio S0104 (Botadero km 2)

Factor	Efecto sobre los receptores	Descripción
Atenuación de los efectos de los hidrocarburos	Disminución del Efecto	Procesos como biodegradación, oxidación /reducción, fotólisis, entre otros modifican las propiedades iniciales de los hidrocarburos y pueden reducir sus efectos adversos sobre los receptores. Sin embargo, la mayoría de estos procesos requieren de largos periodos de tiempo y ciertas condiciones favorables. **Evaporación de fracciones volátiles**: las fracciones de hidrocarburos F1 (>C6-C10) por su elevada presión de vapor a condiciones normales de temperatura y presión se volatilizan. **Fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40):** químicamente son más estables que las fracciones F1, procesos bacterianos naturales pueden reducir las cadenas de átomos de carbono a cadenas más simples. El grado de degradación depende del tipo de bacterias nativas del suelo, pH, humedad, oxígeno, nutrientes del suelo. **Hidrocarburos aromáticos (BTEX):** se caracterizan por tener una elevada presión de vapor por lo tanto bajo condiciones normales de presión y temperatura pasan de estado líquido a estado gaseoso.
Especiación de los metales pesados	Incremento o atenuación de la toxicidad	**Especiación de los metales pesados:** la toxicidad y movilidad de los metales pesados depende de la especiación química del metal pesado.
Biodisponibilidad de los metales pesados	Disponibilidad del metal para ser absorbido	Propiedades del suelo que inciden en la biodisponibilidad: pH, capacidad de intercambio catiónico, potencial REDOX, contenido de materia orgánica en el suelo, tipo de arcilla, presencia de óxidos de Al, Fe, Mn.
Bioacumulación	Aumento del Efecto	**Bioacumulación**: Aumento de la concentración de una especie química en un organismo. Algunos metales pesados e hidrocarburos aromáticos son acumulados por organismos. Es por eso que pueden encontrarse concentraciones muy altas de estos elementos químicos en tejidos biológicos, aun cuando se hallen extremadamente diluidos en el medio acuático circundante.

Factor	Efecto sobre los receptores	Descripción
Bioacumulación / Biomagnificación	Aumento del Efecto	**Biomagnificación**: Aumento de la concentración de una especie química a lo largo de la cadena trófica. La Biomagnificación se presenta en todos los metales pesados como As, Ba, Cr Total, Cr VI, Hg, Pb, e hidrocarburos aromáticos.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.9.6. Otros Factores Diferentes a los Contaminantes Evaluados

En el área de influencia directa del Sitio S0104 (Botadero km 2) no se realizan labores industriales o comunitarias de relevancia que puedan alterar las condiciones existentes en la actualidad.

3.9.7. Resultados de Campo

En la **Tabla 3-115** y **Tabla 3-116**, se presentan los resultados que sobrepasan los Estándares.

Tabla 3-115. Resultados que Sobrepasan los Estándares de Calidad Ambiental en Suelo

ECA – Uso de suelo: Agrícola (mg/kg)							1200	3000	50	1,4	70
Punto de Muestreo	Fecha	Profundidad		Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Época de Muestreo	mg/kg				
		Inicial	Final	Este	Norte		F2	F3	Arsénico (As)	Cadmio (Cd)	Plomo (Pb)
S0104-S002-0,00	12/09/2018	0	0,25	339024	9693202	Seca	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	314
S0104-S003-0,30	13/09/2018	0,3	0,5	339044	9693161	Seca	1418	22850	3,5	N.A.	128
S0104-S004-1,40	14/05/2018	1,2	1,4	339040	9693083	Húmeda	N.A.	N.A.	3,5	N.A.	106
S0104-S005-0,00	10/09/2018	0	0,4	339017	9693153	Seca	N.A.	N.A.	3,5	5,8	N.A.
S0104-S005-0,80		0,8	1				N.A.	N.A.	3,5	4,1	193
S0104-S012-0,00	12/09/2018	0	0,4	339021	9693080	Seca	109,2	N.A.	3,5	2,2	170
S0104-S012-1,00		1	1,25			Seca	N.A.	3579	3,5	N.A.	N.A.
S0104-S013-0,00	12/09/2018	0	0,3	339089	9693154	Seca	N.A.	N.A.	3,5	N.A.	198
S0104-S014-1,25	12/09/2018	1,25	1,5	338998	9693196	Seca	N.A.	N.A.	3,5	N.A.	124
S0104-S016-0,00	13/09/2018	0	0,4	338870	9693188	Seca	N.A.	N.A.	88,2	2,9	N.A.
S0104-S017-1,80	16/09/2018	0	1,8	339064	9693146	Seca	3960	16173	3,5	N.A.	N.A.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Tabla 3-116. Resultados que Sobrepasan la Normatividad Ambiental para Sedimentos

Environmental Quality Standards for contaminated Sites (2014) Nova Scotia (mg/kg)					500
Punto de muestreo	Fecha	Época de Muestreo	Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Concentración en mg/kg MS
			Este	Norte	Hidrocarburos Totales de Petróleo (C9-C40)
S0104-Sed001-0,00	10/09/2018	Seca	339152	9693170	746,8

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

A continuación, en la **Tabla 3-117,** se muestra el modelo conceptual del Sitio S0104 (Botadero km 2).

Tabla 3-117. Modelo Conceptual del Sitio S0104 (Botadero km 2)

Fuente Potencial de Contaminación	Foco de Potencial de contaminación	Calificación de evidencia del Foco	Vías de Propagación	Vía de Exposición	Sustancias Relevantes	Receptores
Residuos industriales dispersos superficialmente y enterrados a diferentes profundidades.	**Suelo**: Asociado al área impactada del Sitio S0104 (Botadero km 2)	Confirmado +++	Infiltración, Lixiviación, Dispersión, Absorción.	Contacto directo (dérmico), Ingestión por cadena trófica de tejido vegetal	Metales totales (As, Cd, Pb), Fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28), F3 (>C28-C40).	**Humano:** Personas de la CC.NN. Nuevo Porvenir, que se dedican a la caza
						Ecológico: Flora y fauna.
						Flora: Cobertura vegetal bosque de colina baja (Bcb) y bosque de terraza baja (Btb).
						Fauna: Especies de anfibios que usan cuerpos de agua para postura de huevos como *Allobates sp* (rana), *Rhinella margaritifera* (sapo) *Pristimantis ockendeni* (rana).
						Reptiles como: *Alopoglossus angulatus* (lagartija), *Anolis fuscoauratus* (lagartija)
						Mamíferos como: *Mazama nemorivaga* (venado), *Pecari tajacu* (sajino) *Tapirus terrestris* (sachavaca), *Dasypus novemcinctus* (carachupa).

000290

Fuente Potencial de Contaminación	Foco de Potencial de contaminación	Calificación de evidencia del Foco	Vías de Propagación	Vía de Exposición	Sustancias Relevantes	Receptores
						Aves como *Glyphorynchus spirurus* (trepatroncos) *Cacicus cela* (paucar).
	Agua Superficial: Cuerpos de Agua Estacionales	Probable ++	Procesos físico químicos y de transferencia de masa entre la interfase sedimentos-agua. Lixiviación de metales. Movilización y disolución de metales pesados hacia el cuerpo de agua.	Contacto directo, Ingestión de Agua	Hidrocarburos Totales de Petróleo (C9-C40)	**Humano:** Personas de la CC.NN. Nuevo Porvenir, que se dedican a la caza
						Ecológico: Flora y fauna
						Flora: Cobertura vegetal bosque de colina baja (Bcb) y bosque de terraza baja (Btb).
						Fauna: Especies de anfibios que usan cuerpos de agua para postura de huevos como *Allobates sp* (rana), *Rhinella margaritifera* (sapo) *Pristimantis ockendeni* (rana).
						Reptiles: *Alopoglossus angulatus* (lagartija), *Anolis fuscoauratus* (lagartija)
						Mamíferos como: *Mazama nemorivaga* (venado), *Pecari tajacu* (sajino) *Tapirus terrestris* (sachavaca),

000291

Fuente Potencial de Contaminación	Foco de Potencial de contaminación	Calificación de evidencia del Foco	Vías de Propagación	Vía de Exposición	Sustancias Relevantes	Receptores
						Dasypus novemcinctus (carachupa).
						Especies hidrobiológicas
	Sedimentos: Cuerpos de Agua Estacionales	Confirmado +++	Precipitación, absorción y sedimentación de fracciones de hidrocarburos totales de petróleo	Contacto directo, Ingestión por cadena trófica	Hidrocarburos totales de petróleo (C9-C49)	**Humano:** Cadena Trófica.
						Ecológico: Flora y fauna
						Flora: Cobertura vegetal Bosque de colina baja (Bcb) y bosque de terraza baja (Btb).
						Fauna: Anfibios que usan cuerpos de agua para postura de huevos como *Allobates sp* (rana), *Rhinella margaritifera* (sapo) *Pristimantis ockendeni* (rana).
						Especies hidrobiológicas.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

000292

A continuación, en la **Figura 3-89**, se representa el modelo conceptual.

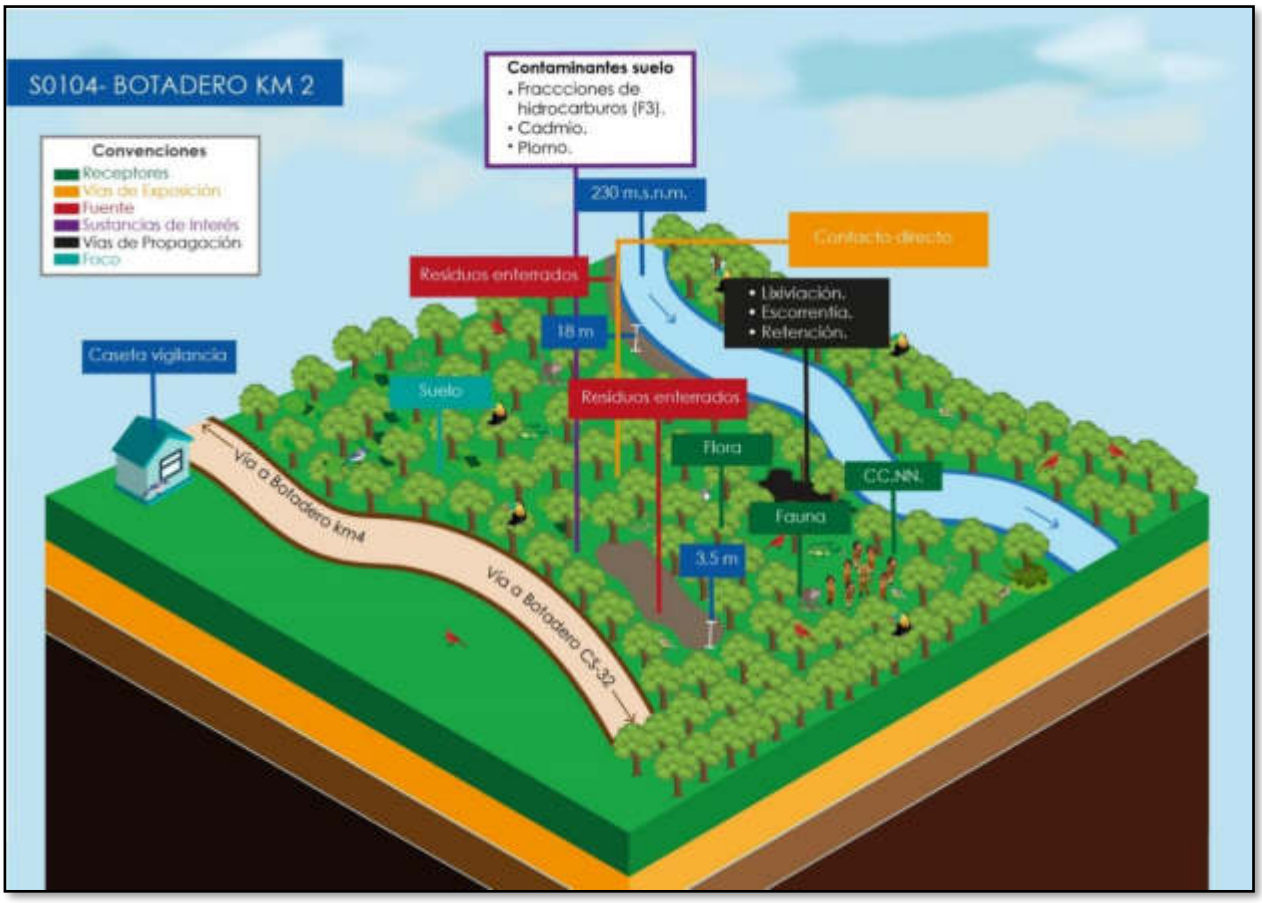


Figura 3-89. Representación Gráfica del Modelo Conceptual Sitio S0104 (Botadero km 2)
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

3.10. Interpretación de los Resultados

3.10.1. Determinación de los Contaminantes

3.10.1.1. Determinación de Contaminantes para Suelo

Los contaminantes que superaron el límite reglamentado en el D.S N° 011-2017-MINAM, son los siguientes:

Fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28)
Fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40)
Arsénico (As)
Cadmio (Cd)
Plomo (Pb)

3.10.1.2. Sedimentos

La concentración Hidrocarburos totales de petróleo supera el límite de referencia establecido por "*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014)*".

3.10.2. Aspectos que Contribuyen a la Degradación Ambiental

Considerando que para el Sitio S0104 (Botadero km 2), los contaminantes de preocupación están relacionados con la presencia de metales pesados, nos enfocaremos a los aspectos ambientales que pueden contribuir a su degradación.

Los metales pesados como el Mercurio (Hg), Cadmio (Cd), Arsénico (As), Cromo (Cr), Plomo (Pb) y Mercurio (Hg) no pueden ser degradados o descompuestos fácilmente de forma natural o biológica ya que no tienen funciones metabólicas específicas para los seres vivos (Abollino, 2002). Su peligrosidad radica en su capacidad de bioacumularse. La interacción de los metales pesados con el suelo es un proceso dinámico y complejo y puede dar lugar a lo siguiente:[23]

- Formación de iones de metal libre y complejos metálicos solubles.
- Reacciones con los componentes inorgánicos del suelo.
- Formación de complejos con la materia orgánica del suelo.
- Precipitados como óxidos, hidróxidos y carbonatos.
- Intercambio catiónico: todos los suelos están constituidos por coloides con partículas negativas que interactúan con las cargas positivas de los metales pesados.
- Reacciones de precipitación y disolución: depende de la propiedad específica de cada metal.
- Complejación y quelación: involucra a un ion metálico en solución que está siendo rodeado por complejos orgánicos o inorgánicos.

La dinámica de estos procesos produce que el metal pesado se encuentre en cualquiera de sus formas de oxidación, pero no lo somete a procesos de biodegradación o descomposición, solamente cambia la valencia de su estado de oxidación y el tipo de ligandos.

El estado de oxidación si influye significativamente en la movilidad del contaminante, en algunos casos aumenta la solubilidad de los productos favoreciendo su migración de un medio a otro.

3.11. Base de Información en el Sistema Informático respectivo

Toda la información geoespacial relacionada con el sitio impactado se trabajó en el Software ArcGIS, desarrollado por ESRI. Se desarrolló una Geodatabase (GDB) a nivel conceptual, lógico y físico bajo una estructura estandarizada con los objetivos de capturar, recopilar, procesar y analizar toda la información asociada a cada ítem del plan de rehabilitación del sitio. En el **Anexo 6.14**, se puede consultar la información cartográfica del sitio dentro de la cual se podrá consultar la siguiente información:

- Cartografía base del sitio impactado
- Condiciones ambientales del sitio impactado
- Caracterización del sitio impactado
- Muestreo de Campo
- Resultados del Muestreo
- Evaluación de Riesgos para la Salud de las Personas y el Ambiente-ERSA
- Propuestas para las acciones de remediación y rehabilitación.

[23] Lassat 2001

4. EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS Y/O RIESGOS PARA EL AMBIENTE Y LA SALUD DE LA PERSONA

4.1. Definición del Problema

Según la guía ERSA, la definición y formulación del problema se basa en la evaluación de la información contenida en el estudio de identificación, caracterización y de otros estudios disponibles. El planteamiento del problema define los objetivos y el alcance de la evaluación de riesgos. Para ello consideraremos los tres componentes del riesgo ambiental: Contaminantes, receptores y exposición[24].

Los Contaminantes de Preocupación (CP) son aquellos elementos y/o compuestos químicos que cuentan con el potencial de generar efectos sobre la salud humana y/o al ambiente, siempre y cuando estos receptores entren en contacto con el sitio contaminado.

El Sitio S0104 (Botadero km 2) está ubicado en el Lote 192 (Ex lote 1AB), al noreste de la CC.NN. Nuevo Porvenir. La distancia entre Nuevo Porvernir y el Sitio S0104 (Botadero km 2), vía terrestre es de 8,9 km. A una distancia de 1,3 km, al noroeste está ubicado el Sitio S0106 (Botadero km 4); a 1,8 km, al sureste está ubicado el Sitio S0105 (Botadero CS-32); al oeste a 393 m, se encuentra la línea de flujo de producción entre los campos Capahuarí norte y Capahuarí sur.

4.1.1. Descripción de las Características Naturales del Sitio Impactado

El Sitio S0104 (Botadero km 2) se localiza en la Llanura Amazónica del norte del Perú, el área de interés se ubica sobre la parte alta de una terraza con taludes ligeramente pronunciados hacia los sectores perimetrales, con cotas que varían entre los 207 y 240 metros de altura sobre el nivel del mar (msnm).

Geomorfológicamente, el área del sitio impactado se caracteriza por ser una explanada en donde el suelo fue removido para enterrar residuos industriales de diversa naturaleza, sobre la parte alta de la terraza crecen árboles de mediana envergadura, pastos y forrajes, el sector perimetral se caracteriza porque hay bosques secundarios de terraza baja, propios de la Amazonía, con una composición florística heterogénea y una gran diversidad y riqueza faunística.

A través del costado oriental y nororiental, discurre un cuerpo de agua estacional.

Dentro del área impactada y en inmediaciones al área de influencia directa, no existen acuíferos ni bocatomas de agua para uso doméstico o industrial.

4.1.2. Origen de la Contaminación

El origen de la contaminación está asociado al manejo inadecuado de residuos industriales como piezas metálicas, plásticos, repuestos de autopartes, cables, vidrios, grasas y lubricantes, los cuales fueron enterrados y depositados superficialmente sobre la explanada y los taludes del sitio.

En la **Tabla 4-1**, se presentan las coordenadas de las fuentes de contaminación en el Sitio S0104 (Botadero km 2).

[24] Este ERSA considera los riesgos asociados única y exclusivamente al Sitio en mención. Los receptores humanos podrán estar expuestos a riesgos adicionales, derivados de otros sitios impactados dentro de su territorio.

Tabla 4-1. Fuentes de contaminación.

N°	Fuente	Coordenadas UTM WGS84 (m)	
		Este	Norte
1	Celda con residuos sólidos enterrados	339021	9693080
2	Celda con residuos sólidos enterrados	339064	9693146

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Tabla 4-2**, se presentan las coordenadas de los focos de contaminación en el Sitio S0104 (Botadero km 2).

Tabla 4-2. Focos de contaminación.

N°	Foco	Coordenadas UTM WGS84 (m)	
		Este	Norte
1	Suelo con presencia de fracciones de hidrocarburos	339044	9693161
2	Suelo con presencia de fracciones de hidrocarburos y metales	339021	9693080
3	Suelo con residuos sólidos enterrados	339017	9693153
4	Suelo con presencia de metales	338870	9693188
5	Sedimentos con presencia de hidrocarburos totales de petróleo	339152	9693170

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

4.1.3. Identificación de los Contaminantes

4.1.3.1. *Suelo y Sedimentos*

Los contaminantes de potencial preocupación que superan los estándares de referencia para las matrices de suelo y sedimentos, se describen a continuación en la **Tabla 4-3** y **Tabla 4-4**.

Tabla 4-3. Contaminantes Identificados en Suelo

Matriz	Compuesto	Legislación Aplicable	Límite De Referencia (ppm)	Máxima Concentración Registrada (ppm)
Suelo	Fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28)	D.S. N° 011-2017-MINAM	1200	3960
	Fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40)		3000	22850
	Arsénico		50	88,2
	Cadmio		1,4	5,8
	Plomo		70	314

Fuente: Informe de ensayo 465250, 465251, 465239, 465178, 465197 de Laboratorio ALS, 2018.

Tabla 4-4. Contaminantes Identificados en Sedimentos

Matriz	Compuesto	Legislación Aplicable	Límite De Referencia (Ppm)	Máxima Concentración Registrada (ppm)
Sedimentos	Hidrocarburos totales de petróleo (C9-C40)	*"Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia"*	500	746,8

Fuente: Informe de ensayo 465341 de Laboratorio ALS, 2018.

4.1.3.2. *Tejido Vegetal*

Se emplearon las siguientes normas internacionales para interpretar los resultados de acumulación de compuestos inorgánicos en las muestras de tejido foliar:

Reglamento (CE) N° 1881/2006 de la Comisión. Contenido Máximo de Determinados Contaminantes en los Productos Alimenticios: La comisión de las comunidades europeas, reglamenta el contenido de metales como el Cadmio (Cd), Plomo (Pb), Estaño (Sn) inorgánico, Dioxinas y PCB´s, en alimentos para controlar el riesgo relacionado con el consumo de alimentos, estableciendo contenidos máximos tan bajos como sea razonablemente posible (as low as reasonably achievable, ALARA).

Norma General para los Contaminantes y las Toxinas Presentes en los Alimentos y Piensos del Codex Alimentarius, CXS 193-1995 (última enmienda 2018): Esta Norma contiene reglamenta la concentración de contaminantes y toxinas presentes en los alimentos y piensos. Esta norma comprende únicamente niveles máximos de contaminantes y sustancias tóxicas naturales que se encuentran en los piensos en los casos en que el contaminante en los piensos puede ser transferido al alimento de origen animal y que pueden ser pertinentes para la salud pública.

Resolución N° 12/11 que aprueba el Reglamento Técnico Mercosur sobre Límites Máximos de Contaminantes Inorgánicos en Alimentos (2011): Esta resolución reglamente el contenido de compuestos inorgánicos en cereales como trigo, arroz, hortalizas leguminosas, legumbres (semillas secas de las leguminosas) excepto soja, Setas (hongos) del género Agaricus, Pleurotus y Lentinula o Lentinus, Raíces y tubérculos, Frutas frescas, excluidas las bayas y frutas pequeñas.

El Estándar Nacional de la República China para seguridad de alimentos, establece límites para contaminantes metalicos, nitrito (NO2-), benzo(a)pireno, N-nitrosodimetillamina, PCBs y 3-cloro-1,2-propanediol en productos alimenticios y/o en la parte comestible de los alimentos terminados.

Cabe señalar que las normas mencionadas son referenciales, debido a que en la normatividad nacional e internacional no se definen límites de concentración de compuestos inorgánicos para las especies vegetales propias del ecosistema de la Amazonía peruana, como por ejemplo *Arthocarpus sp* (Moracea)*, Cecropia sp* (Cecropia), *Ochroma sp*. (Topa), *Miconia sp*. (Cainillo), *Shefflera sp.* (Schefflera), *Psidium* (Guayaba), *Inga sp* (Guaba)*, Vismia sp.* (Pichirina) *y Mauritia flexuosa* (Aguaje), las cuales fueron colectadas y son objeto de este studio.

Para determinar la concentración de metales en especies vegetales, se seleccionaron a las especies *Arthocarpus sp* (Moracea)*, Cecropia sp* (Cecropia), *Jacaranda, Inga sp* (Guaba)*, Vismia sp.* (Pichirina) *y Mauritia flexuosa* (Aguaje). Se han analizado estas especies, debido a que crecen en un sector adyacente al punto de muestreo S0104-S001, en el cual la concentración de metales pesados es inferior a los límites reglamentados en el ECA para suelo de uso agrícola. La interpretación de los resultados de laboratorio permite conocer la capacidad de bioabsorción radicular de metales pesados en estas tres especies.

La concentración de Arsénico (As) en vegetales es regulado por el CODEX y también por la resolución del MERCOSUR, siendo esta última la más restrictiva y por lo tanto la de mayor protección. El Cadmio (Cd) en vegetales es regulado tanto por el MERCOSUR como por el CODEX y el reglamento de la Unión Europea, siendo los dos últimos los más restrictivos. La concentración de Cromo (Cr) en vegetales es regulado por el estándar de la república China. El Plomo (Pb) en los vegetales es regulado tanto por la Unión Europea, el CODEX y el MERCOSUR, presentado el mismo valor en las tres regulaciones.

A continuación, se relacionan los resultados de laboratorio de las muestras foliares, realizadas en el Sitio S0104 (Botadero km 2). En la **Tabla 4-5**, se presentan los resultados de las muestras foliares que se tomaron en un área colindante con el punto de muestreo de suelo S0104-S001 y S0104-S004.

Tabla 4-5. Concentración de Metales Pesados en Tejidos Foliares

Punto de muestreo de Suelo S0104-S001						Punto de muestreo de Suelo S0104-S004			NORMATIVIDAD			
Coordenadas	Este	338975				339040						
	Norte	9693202				9693083						
Fecha de Muestreo		25/08/2018										
Identificación		S0104-FLO-HO-001 Arthocarpus	S0104-FLO-Fr-001 Arthocarpus	S0104-FLO-HO-001 Cecropia	S0104-FLO-HO-001 Jacaranda	S0104-FLO-HO-001 Inga	S0104-FLO-HO-001 Vismia	S0104-FLO-HO-001 Mauritia				
Coordenadas	Este	338975	338975	338975	338975	339040	339040	339040				
	Norte	9693202	9693202	9693202	9693202	9693083	9693083	9693083				
Época de Muestreo		Seca	Seca	Seca	Seca	Seca	Seca	Seca				
Parámetro	Unidad	RESULTADO							UE[1] (2006)	CODEX[2] (1995)	MERCOSUR[3] (2011)	ESTANDAR DE LA CHINA[4] (2017)
Arsénico (As)	mg/kg	**1**	**1,1**	**1,6**	**1,3**	**0,9**	**1,2**	**1,5**	N.A.	0,2	0,1	N.A.
Bario (Ba)	mg/kg	112,9	64,2	37,6	11,1	169,1	54,3	0,8	----	----	----	----
Cadmio (Cd)	mg/kg	**0,39**	0,1	<0,02	**0,22**	0,07	**0,53**	<0,02	0,1	0,1	0,2	N.A.
Cromo (Cr)	mg/kg	0,4	**0,7**	0,4	<0,2	<0,2	<0,2	**1,2**	N.A.	N.A.	N.A.	0,5
Plomo (Pb)	mg/kg	**0,2**	<0,05	**0,12**	**1,29**	**2,42**	**1,68**	<0,05	0,1	0,1	0,1	N.A.

[1]Reglamento (CE) N° 1881/2006 de la Comisión. Contenido Máximo de Determinados Contaminantes en los Productos Alimenticios.

[2]Norma General para los Contaminantes y las Toxinas Presentes en los Alimentos y Piensos del Codex Alimentarius, CXS 193-1995 (última enmienda 2018).

[3]Resolución N° 12/11 que aprueba el Reglamento Técnico Mercosur sobre Límites Máximos de Contaminantes Inorgánicos en Alimentos (2011).

[4]Estándar Nacional de la Republica China para la Seguridad de Alimentos - Límites de Contaminantes en Alimentos, GB 2762-2017.

Fuente. Informe de laboratorio 49335, laboratorio ALS, 2018.

000298

Para determinar que metales han sido bioacumulados progresivamente por las plantas como resultado de procesos de absorción del metal que se encuentra en forma natural en el suelo, se analizó y correlacionó la concentración del Arsénico (As), Bario (Ba), Cadmio (Cd), Cromo (Cr) y Plomo (Pb) en el punto de muestreo de suelo adyacente al punto de toma de la muestra de tejido foliar, con la concentración del metal en las muestras foliares.

Los resultados de este análisis permiten concluir lo siguiente:

La concentración de Arsénico en los puntos de muestreo de suelo S0104-S001 y S0104-S004, los cuales son adyacentes al sector en donde se tomaron las muestras foliares, es inferior al límite de detección (LD<3,5), por lo tanto, las especies *Arthocarpus altilis* (pandicho)*, Cecropia sp.* (Cecropia), *Jacaranda sp*., *Inga sp*. (Guaba), *Vismia sp*. (Pichirina) y *Mauritia flexuosa* (aguaje) están bioacumulando progresivamente el Arsénico (As). La información disponible para realizar el análisis e interpretación de los resultados del muestreo realizado no permite concluir plenamente si la acumulación de Arsénico identificada en las muestras de tejido foliar obedece única y exclusivamente a factores de origen natural.

La concentración de Cadmio en los puntos de muestreo de suelo S0104-S001 y S0104-S004, los cuales son adyacentes al sector en donde se tomaron las muestras foliares, es inferior al límite de detección (LD<0,5), por lo tanto, las especies vegetales *Arthocarpus altilis* (pandicho), *Jacaranda sp* y *Vismia sp*. (Pichirina)*,* están bioacumulando progresivamente el Cadmio (Cd). La información disponible para realizar el análisis e interpretación de los resultados del muestreo realizado no permite concluir plenamente si la acumulación de Cadmio identificada en las muestras de tejido foliar obedece única y exclusivamente a factores de origen natural.

La concentración de Cromo (Cr) en las hojas de la especie *Arthocarpus sp* (moracea)*,* y *Cecropia sp* (Cecropia), es igual a 0,4 mg/kg; en la especie Jacaranda sp., *Inga sp*. (Guaba), y *Vismia sp*. (Pichirina), es inferior al límite de detección (LD< 0,2); en los frutos de la especie *Arthocarpus sp* (moracea), es igual a 0,7 mg/kg, en la *Mauritia sp*., es igual a 1,2 mg/kg. En estas dos especies vegetales la concentración de Cromo (Cr), es superior al estándar de referencia de la Normatividad China (0,5 mg/kg). La concentración de Cromo en el punto de muestreo de suelo S0104-S001 es igual a 14,9 mg/kg y en el punto S104-S004 es de 20,7 mg/kg. Estas concentraciones son inferiores a la registrada en la muestra Nivel de fondo (160,1 mg/kg).

La concentración de Plomo (Pb) en los frutos de la especie *Arthocarpus sp* (moracea) y en las hojas de la especie *Mauritia* es menor al límite de detección (LD< 0,05). En las hojas de la especie *Arthocarpus sp* (moracea), la concentración de Plomo (Pb) es igual a 0,2 mg/kg; en la especie *Cecropia sp* (Cecropia), es igual a 0,12 mg/kg; en la especie *Jacaranda sp*., es igual a 1,29; en la *Inga sp*. (Guaba), es igual a 2,42; en la *Vismia sp* (Pichirina), es igual a 1,68. Estas concentraciones son superiores al estándar de referencia reglamentado por la Unión Europea, CODEX y MERCOSUR. La concentración de Plomo en el punto de muestreo de suelo S0104-S001 es igual a 70 mg/kg y en el punto S104-S004 es de 45,0 mg/kg. La concentración registrada en la muestra Nivel de fondo, S0104-NF01-0,25, es igual a 23 mg/kg, por lo tanto, la acumulación de Plomo, en los tejidos foliarles, corresponde probablemente a la absorción del metal adicional que por factores antrópicos se encuentra en el suelo.

Para los cálculos de dosis de exposición, riesgo cancerígeno y no-cancerígeno, se utilizará la máxima concentración en los tejidos foliares de los siguientes metales:

Arsénico (As): Su concentración en suelo, en los dos puntos adyacentes al sector en donde se tomaron las muestras del tejido foliar, es inferior al límite de detección de la técnica analítica del ensayo de metales por ICP Óptico, aun así, el Arsénico (As) que en su forma natural se encuentra en el suelo, está siendo absorbido radicularmente por *Arthocarpus altilis* (pandicho)*, Cecropia sp.* (Cecropia), *Jacaranda sp*., *Inga sp*. (Guaba), *Vismia sp*. (Pichirina) y *Mauritia flexuosa* (aguaje).

Cadmio (Cd): Su concentración en suelo, en los dos puntos adyacentes al sector en donde se tomaron las muestras del tejido foliar, es inferior al límite de detección de la técnica analítica del ensayo de metales por ICP Óptico, aun así, el Cadmio (Cd), que en su forma natural se encuentra en el suelo, está siendo absorbido radicularmente por las especies vegetales, *Arthocarpus altilis* (pandicho), *Jacaranda sp* y *Vismia sp*. (Pichirina).

Cromo (Cr): Su concentración en suelo, en los dos puntos adyacentes al sector en donde se tomaron las muestras del tejido foliar, es inferior a la concentración de la muestra Nivel de fondo S0104-NF01-0,25. Las especies *Arthocarpus sp* (moracea) y *Mauritia sp*., están bioacumulando el Cromo (Cr) que en su forma natural está presente en el suelo.

Plomo (Pb): Su concentración en suelo, en los dos puntos adyacentes al sector en donde se tomaron las muestras del tejido foliar, es superior al valor registrado en la muestra Nivel de fondo. El Plomo adicional que por factores antrópicos se encuentra en el suelo, está siendo absorbido radicularmente por *Arthocarpus sp* (moracea), *Cecropia sp* (Cecropia), Jacaranda sp., *Inga sp*. (Guaba) y *Vismia sp* (Pichirina),

Se calculará el riesgo humano por ingesta para las especies que este bioacumulando metales y que sean de importancia para la población por ser empleadas como alimento o medicina. Así entonces serán las espcies *Arthocarpus altilis* (pandicho)*, Inga sp*. (Guaba) y *Mauritia flexuosa* (aguaje) que son allimento para los poblaodres y la especie *Vismia sp*. (Pichirina) que es empleada como planta medicinal, las especies que entraran en el calculo del riesgo. Las demas especies tiene importancia ecológica o son alimento de la fauna.

La Normatividad de la Unión Europea, MERCOSUR, el CODEX y Estándar Nacional de la Republica China para la Seguridad de Alimentos, reglamenta la concentración de metales en algunos productos alimenticios específicos.

Para los cálculos de dosis de exposición y riesgo cancerígeno y no-cancerígeno se utilizarán como valores referenciales lo indicado en estas Normas.

4.2. Peligros Identificados a través del Modelo Conceptual Inicial

4.2.1. Determinación de los Contaminantes de Preocupación (CP)

Para la selección y determinación de los Contaminantes de Preocupación (CP) que serán evaluados, se aplicará el siguiente procedimiento establecido en la Guía ERSA:

- Comparar las concentraciones máximas de contaminantes en el suelo con los niveles de fondo y desestimar aquellos contaminantes cuya concentración en el suelo es menor o igual a los estándares de referencia.

- Comparar las concentraciones de contaminantes presentes en las matrices afectadas (suelo y sedimentos) con los límites de referencia establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA); para los parámetros que no están regulados en la Normatividad Nacional, comparar la concentración con valores límites de referencia internacionales (VLR). En caso que no fuesen regulados incluso a nivel internacional, aplicar los Valores de Evaluación de Medios Ambientales (VEMA).

- Calcular el "Límite Superior del Intervalo de Confianza Unilateral del 95% de la media aritmética" o valor UCL95, para aplicar en los cálculos de exposición. Para realizar el cálculo del UCL95, se deben tener como mínimo 10 muestras, de lo contrario se empleará la mayor concentración por punto (principio precautorio). La interpretación de este cálculo indica que, si el valor UCL95 es menor que el ECA, VLR o VEMA, se tendrá 95% de confianza que el valor promedio de las concentraciones de exposición de los CP es menor que el ECA, VLR o VEMA y no representará un riesgo para los receptores.

- Emplear los valores de UCL95 calculados, como dato base para las ecuaciones de cálculo de dosis de exposición y riesgo cancerígeno y no cancerígeno que se presentan más adelante.

- Para el presente caso, el set de datos a analizar no cumplió con el criterio de normalidad de medias luego de la prueba de Shapiro-Wilk (*W*) ni de distribución log-normal (*Y = ln(X)*). Por ello, y dado el reducido número de datos y su elevada varianza, se aplicó la Prueba de Desigualdad No-Paramétrica de Chebyshev (*α = 0.01*) para el cálculo del UCL95.

A continuación, se muestran los contaminantes de potencial preocupación, por matriz evaluada:

4.2.1.1. *Matriz de Suelo*

Se encontraron cinco contaminantes que superaron el ECA para suelo de uso agrícola.

Los contaminantes de potencial preocupación identificados son: Fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28), fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40), As, Cd y Pb.

Se clasificaron como contaminantes de preocupación a las fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28), F3 (>C28-C40), al Arsénico (As), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb), debido a que los valores UCL95 para estos compuestos son superiores a los estándares de referencia reglamentados en el ECA.

No fue necesario calcular valores VEMA, debido a que todos los contaminantes están regulados por el ECA.

En la **Tabla 4-6**, se presentan los estándares de calidad ambiental para suelos de uso agrícola, el valor UCL95, la máxima concentración registrada en campo para aquellos parámetros a los cuales no se les cálculo el UCL95, la concentración de los compuestos orgánicos e inorgánicos determinada en las muestras Nivel de fondo, que fueron tomadas en zonas ubicadas fuera del área de potencial interés en donde no se han realizado actividades de origen antropogénico y la caracterización de las muestras Nivel de fondo determinada por OEFA, en tres asociaciones de suelo del Departamento de Loreto.

Tabla 4-6. Contaminantes de Preocupación para la Matriz de Suelo con Valores de Referencia

Contaminantes de preocupación	ECA	UCL95	Máxima Concentración Registrada	Nivel de Fondo S0105-NF1	Nivel de Fondo S0104-NF1	Nivel de Fondo S0106-NF1	Gleysol dístrico – Histosol fíbrico (Gld-HSf)*	Fluvisol eútrico – Gleysol eúrico (Fle-Gle)*	Cambisol dístrico – Acrisol háplico (CMd-ACH)*
	(mg/kg)		(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)
Fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28)	1200[1]	N.A[2]	**3960**	18,2	< 1,0	<1,0	N.A.	N.A.	N.A.
Fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40)	3000[1]	N.A[3]	**22850**	48,1	27,9	<1,0	N.A.	N.A.	N.A.
As	50[1]	32,67	------	110,8	71,7	44,8	1,59	8,567	0,911
Cd	1,4[1]	1,314	------	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,232	0,268	0,0815
Pb	70[1]	**92,227**	------	17	23	<2	11,44	13,58	7,71

[1]MINAM, 2017. Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para suelos de uso agrícola.

[2]No se calculó el UCL95. Se tomaron seis (6) muestras en total (N<10).

[3]No se calculó el UCL95. Se tomaron cinco (5) muestras en total (N<10).

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Para el componente suelo se clasificaron como contaminantes de preocupación a la fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28), fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40) y al Plomo (Pb), debido a que la concentración máxima o los valores UCL95 para estos compuestos son superiores a los estándares de referencia reglamentados en el ECA para suelo de uso agrícola

Debido a que el UCL95 para el Arsenico (As) y Cadmio (Cd), en suelo es menor al límite de referencia del ECA para suelos de uso agrícola, no se considerarán para los cálculos del ERSA.

4.2.1.2. *Matriz de Sedimentos*

Se encontró un contaminante de potencial preocupación que superó el valor límite de referencia (VLR), establecido por la "*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites for Nova Scotia (2014)*"; este contaminante fue el HTP (C9-C40).

En la **Tabla 4-7**, se presenta la máxima concentración, para el contaminante de preocupación identificado en la matriz de sedimentos.

Tabla 4-7. Contaminantes de Preocupación para la Matriz de Sedimento con Valores de Referencia

Contaminantes de preocupación	VLR (mg/kg)	UCL95 (mg/kg)	Máxima concentración (mg/kg)
Hidrocarburos totales de petróleo (C9-C40)	500[1]	N.A[2]	**746,8**

[1]*NSE, 2014. Environmental Quality Standards for Contaminated Sites.*

[2]No se calculó el UCL95. Se tomaron dos (2) muestras en total (N<10).

Fuente: Informe de ensayo 465341 de Laboratorio ALS, 2018.

Se clasificaron como contaminantes de preocupación a los hidrocarburos totales de petróleo (C9-C40), debido a que su concentración es superior a los estándares de referencia reglamentados por la Normatividad Internacional.

4.2.1.3. *Matriz de Agua Superficial*

Los parámetros físico químicos del agua superficial se analizaron según los Estándares de Calidad Ambiental reglamentados en el D.S. N° 004-2017-MINAM, para agua superficial Categoría 4. Subcategoría E2: Ríos de selva.

Considerando que el Arsénico, es un elemento altamente tóxico, para este elemento se tomó como referencia el estándar de calidad del ECA Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Sub categoría A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional (0,01 mg/L).

El muestreo de agua superficial se realizó solamente en época húmeda, en dos cuerpos de agua lénticos y estacionales.

Los parámetros fisicoquímicos del agua superficial están dentro de los límites reglamentados por el D.S. N° 004-2017-MINAM, para el caso del Arsénico (As), su concentración es inferior al límite de detección de la técnica analítica de ensayo de metales totales por ICP-MS (LD< 0,00003).

4.2.1.4. *Matriz de Agua Subterránea*

Se realizaron tres perforaciones exploratorias con una profundidad de 8,80 m, 11,0 m y 10,0 y m. En las perforaciones exploratorias que alcanzaron la profundidad de 8,80 m y 11,0 m, se identificaron capas continuas de arcilla con un espesor mayor a 1,60 m., estas secuencias de arcilla por sus propiedades impermeabilizantes, actúan como un sello aislante que evita la migración de los

contaminantes hacia los sustratos inferiores de suelo y hacia los acuíferos, por lo tanto, no fue necesario desarrollar los piezómetros para realizar el monitoreo de la calidad de aguas subterráneas. En la perforación exploratoria que tiene una profundidad de 10,0 m, se desarrolló un piezómetro y se realizó el muestreo de agua subterránea.

Para caracterizar los parámetros fisicoquímicos del agua subterránea se emplearon los estándares de referencia reglamentados por la Normatividad "*Dutch Soil Remediation Circular 2013, version of 1 July 2013*". El muestreo de agua subterránea se realizó en época húmeda y en época seca (menos húmeda). Los parámetros fisicoquímicos del agua subterránea cumplen con los estándares de referencia de la Norma holandesa.

4.2.1.5. *Tejidos Vegetales*

Se evaluó la presencia de metales en cuatro (04) especies de plantas (*Arthocarpus altilis*, *Inga* sp., *Vismia* sp. y *Mauritia flexuosa*). De estas especies, *Arthocarpus altilis* (pandicho)*, Inga* sp. (guaba) y *Mauritia flexuosa* (aguaje), son utilizadas por la población como alimento, mientras que *Vismia* sp. (pichirina) se utiliza como planta medicinal.

Se encontraron concentraciones de Cromo Cr), que superan el Estándar Nacional para alimentos de China, 2017; concentraciones de Arsénico (As) que sobrepasaron los valores límites máximos permisibles del CODEX, 1995 y MERCOSUR, 2011; y concentraciones de Cadmio (Cd) y Plomo (Pb), que sobrepasaron los valores límites máximos permisibles de MERCOSUR, 2011, CODEX, 1995 y CE, 2006.

En la **Tabla 4-8**, se muestran los contaminentes de preocupaicón para tejido vegetal, para las respectivas especies vegetales que son de consumo como alimento o de uso medicinal en la población.

Tabla 4-8. Contaminantes de Preocupación en Tejidos Vegetales

Género	Contaminantes de Preocupación	LMP (mg/kg)	Concentración (mg/kg)
Arthocarpus altilis	As	0,1[3]	1,1
	Cd	0,1[1,2]	0,39
	Cr	0,5[4]	0,7
	Pb	0,1[1,2,3]	0,2
Inga sp.	As	0,1[3]	0,9
	Pb	0,1[1,2,3]	2,4
Vismia sp.	As	0,1[3]	1,2
	Cd	0,1[1,2]	0,53
	Pb	0,1[1,2,3]	1,68
Mauritia flexuosa	As	0,1[3]	1,5
	Cr	0,1[3]	1,2

[1]Reglamento (CE) N° 1881/2006 de la Comisión. Contenido Máximo de Determinados Contaminantes en los Productos Alimenticios.

[2]Norma General para los Contaminantes y las Toxinas Presentes en los Alimentos y Piensos del Codex Alimentarius, CXS 193-1995 (última enmienda 2018).

[3]Resolución N° 12/11 que aprueba el Reglamento Técnico Mercosur sobre Límites Máximos de Contaminantes Inorgánicos en Alimentos (2011).

[4]Estándar Nacional de la Republica China para la Seguridad de Alimentos - Límites de Contaminantes en Alimentos, GB 2762-2017.

Fuente. Informe de ensayo 434160, 434163, 434165, 434167, 434168, 434169, 434170. Laboratorio ALS, 2018.

Para los cálculos de dosis de exposición y riesgo cancerígeno y no-cancerígeno se utilizarán las máximas concentraciones de Arsénico (As), Cadmio (Cd), Cromo (Cr) y Plomo (Pb) en cada una de las especies vegetales.

4.2.1.6. *Tejidos Animales*

Se realizó el esfuerzo de muestreo para la captura de peces, pero por tratarse de cuerpos de agua estacionales no se logró realizar la captura de individuos para el análisis de tejido muscular en peces.

4.2.2. Peligros Identificados a través del Modelo Conceptual Inicial

Considerando el modelo conceptual inicial en documento de Caracterización del Sitio Impactado, se describe a continuación la naturaleza de las fuentes, los focos y los receptores del Sitio S0104 (Botadero km 2).

4.2.2.1. *Fuentes*

En el Sitio S0104 (Botadero km 2), las fuentes que están aportando al medio ambiente metales pesados y fracciones de hidrocarburos son de diversa naturaleza y tipo. Los residuos industriales como piezas metálicas, repuestos de vehículos, piezas electrónicas, vidrios, lubricantes, etc., se han distribuido superficialmente y también han sido enterrados. Ver **Fotografía 4-1**.

Fotografía 4-1. Residuos Industriales Enterrados y Superficiales
Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Los residuos se han dispuesto a través de toda el área de interés, generando la deposición de metales pesados como Arsénico (As), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb), en concentraciones que superan el límite reglamentado en el D.S. N° 011-2017-MINAM; además, hay fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40) dispersas en diferentes sectores del área impactada, las cuales tienen el riesgo potencial de contaminar las aguas de infiltración.

En sedimentos los resultados de laboratorio indican que se ha presentado la decantación y absorción de hidrocarburos totales de petróleo en concentraciones que superan los estándares de referencia reglamentados en "*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*".

4.2.2.2. *Focos*

4.2.2.2.1. Suelo

En diferentes sectores del Sitio S0104 (Botadero km 2), fueron enterradas fracciones pesadas de hidrocarburos (lubricantes, grasas y aceites); las fracciones de hidrocarburos han migrado hacia sustratos inferiores de suelo. Ver **Fotografía 4-2**.

Fotografía 4-2. Focos de Suelo muestreo Época Seca
Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

No se ha presentado la migración de las fracciones de hidrocarburos, desde la explanada de la parte alta de la terraza hacia el lecho de los cuerpos de agua estacionales que discurren en la parte baja, pero es muy probable que en la parte baja de la terraza se hayan depositado fuentes de fracciones medias y pesadas de hidrocarburos que por escorrentía se pueden precipitar en el lecho de los cuerpos de agua estacionales.

La absorción y fijación de metales pesados como el Arsénico (As), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb) en suelo se ha presentado preponderantemente, en los sustratos de la terraza alta en donde han sido enterrados los residuos y en aquellos sectores perimetrales a la terraza en donde hay piezas metálicas dispersas superficialmente y enterradas.

4.2.2.2.2. Sedimentos

Los sedimentos han absorbido fracciones de hidrocarburos totales en concentraciones que superan el límite establecido en *"Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia".*

La presencia de hidrocarburos en sedimentos está asociada probablemente a algún tipo de residuo como grasas o lubricantes, que se dispusieron inadecuadamente cerca de las orillas del cuerpo de agua. No hay evidencia de una dispersión sistemática y continua de hidrocarburos a través de los cuerpos de agua estacionales.

En sedimentos no se encontraron metales pesados con concentraciones superiores a lo reglamentado en la Normatividad internacional. Ver **Fotografía 4-3**.

Fotografía 4-3. Foco de Sedimento Muestreo Época Seca
Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

4.2.2.3. *Receptores Identificados*

4.2.2.3.1. Antrópicos

- **Receptores Potenciales Primarios**: Son aquellos receptores antrópicos que por la naturaleza de sus actividades pueden estar expuestos a la acción directa de los contaminantes de preocupación identificados en el área de interés. A este tipo de receptores pertenecen los siguientes grupos de personas.

  - Cazadores: Adultos y niños de la CC.NN. Nuevo Porvenir, quienes realizan actividades de caza dentro del área de la zona impactada. Según la información de carácter social que se levantó en campo, esta actividad la desarrollan con una periodicidad de uno a tres días a la semana.

- **Receptores Potenciales Secundarios**: Son aquellos receptores antrópicos que no están expuestos a la acción directa de los contaminantes de preocupación, sino que, a través de la cadena trófica, especialmente a través del consumo de especies vegetales, pueden verse afectados por la ingesta de sustancias bioacumuladas en los alimentos. La comunidad Nativa Nuevo Porvenir, está ubicada a de 8,9 km del área impactada y gran parte de su dieta está asociada a los productos de caza y frutos, provenientes de Sitio S0104 (Botadero km 2).

Estos potenciales receptores estarán expuestos a los CP de cada matriz identificada, principalmente, por dos vías de exposición: Ingesta (directa o indirecta por cadena trófica) y contacto dérmico (directo).

No se ha considerado la vía de exposición por inhalación de vapores orgánicos debido a que los resultados analíticos de laboratorio indican que en el área impactada no hay compuestos orgánicos volátiles. Los COV´s debido a su elevada presión de vapor bajo condiciones normales de temperatura y presión se volatilizan.

Tampoco se ha considerado la acción mecánica de los vientos, debido a que el área impactada tiene cobertura vegetal y que los residuos que están provocando la deposición de metales están enterrados.

Se desestima la inhalación de material particulado por acción del triturado de materiales y movimiento de suelos, debido a que estos procesos no se desarrollan en el área.

4.2.2.3.2. Fauna

Entre las potenciales especies receptoras se identificaron a mamíferos como: *Mazama nemorivaga* (Venado), *Dasypus novemcinctus* (Carachupa), *Pecari tajacu* (Sajino), *Potos flavus* (Chosna), *Dasypus novemcinctus* (Carachupa) etc.; anfibios como *Allobates cf. Trilineatus* (Rana), *Rhinella margaritifera* (Sapo); aves como: *Trogon viridis* (Trogon coliblanco), *Anthracothorax nigricollis* (Colibrí); anfibios como *Allobates cf. trilineatus* (Rana) y *Rhinella margaritifera* (Sapo).

Los hábitos alimenticios de las especies animales influyen en el proceso de absorción de los metales pesados, el grado de absorción depende también del tipo de metal, de la especie animal y de la vía de exposición (*U.S. Environmental Protection Agency*).

En el Sitio S0104 (Botadero km 2), gran parte de los residuos están enterrados a profundidades que oscilan entre 0,30 y 3,0 m, por lo tanto, las especies faunísticas con una muy baja probabilidad entrarán en contacto directo con los contaminantes de potencial de preocupación.

4.2.2.3.3. Flora

Los metales tienden a acumularse en la superficie del suelo quedando accesibles al consumo de las raíces de los cultivos (Baird, 1999). Las plantas absorben en general más oligoelementos y la concentración de éstos en los tejidos vegetales está a menudo directamente relacionada con su abundancia en los suelos y especialmente en la solución húmeda (*Kabata-Pendias & Pendias, 2001; Gulson et al., 1996*). Lo anterior significa que la absorción de elementos por las plantas aumenta con el incremento de la concentración del metal en suelo.

Los receptores bióticos de flora, son todas aquellas especies de vegetación que crecen en el área impactada y especialmente en las celdas en donde están enterrados los residuos. Es posible que se presente la afectación de la vegetación que crece en la parte baja del sitio, debido a que por escorrentía los contaminantes de potencial preocupación pueden migrar desde los taludes hacia las partes bajas.

En especies vegetales de importancia para la comunidad, como *Arthocarpus altilis* (pandicho), *Cecropia sp.*, *Jacaranda sp*., *Inga sp*. (guaba), *Vismia sp*. (pichirina) y *Mauritia flexuosa* (aguaje), se encontraron concentraciones de Arsénico, Cadmio, Cromo y Plomo en concentraciones que superan los estándares de referencia, cabe mencionar que la acumulación de Arsénico (As), Cadmio (Cd) y Cromo (Cr) en los tejidos foliares se debe fundamentalmente a la absorción de los metales que en su forma natural se encuentran en el suelo, para el cado del Plomo (Pb), su bioacumulación está relacionada con absorción del metal adicional que por factores antrópicos se encuentra en el suelo.

4.2.2.3.4. Especies Hidrobiológicas

Las especies hidrobiológicas son posibles receptores naturales de los metales pesados que por escorrentía, lixiviación o decantación podrían ser absorbidos por los sustratos del lecho de los cuerpos de agua lénticos y estacionales. No existe información suficiente que permita determinar en qué grado, los hidrocarburos totales del petróleo encontrados en sedimentos, están afectando a las especies hidrobiológicas, sin embargo, si se está considerando en el análisis de riesgos, la exposición del receptor humano a dichos componentes afectados, así como el análisis ecotoxicológico de especies sensibles.

A continuación, en la **Figura 4-1**, se presenta el modelo conceptual del Sitio S0104 (Botadero km 2).

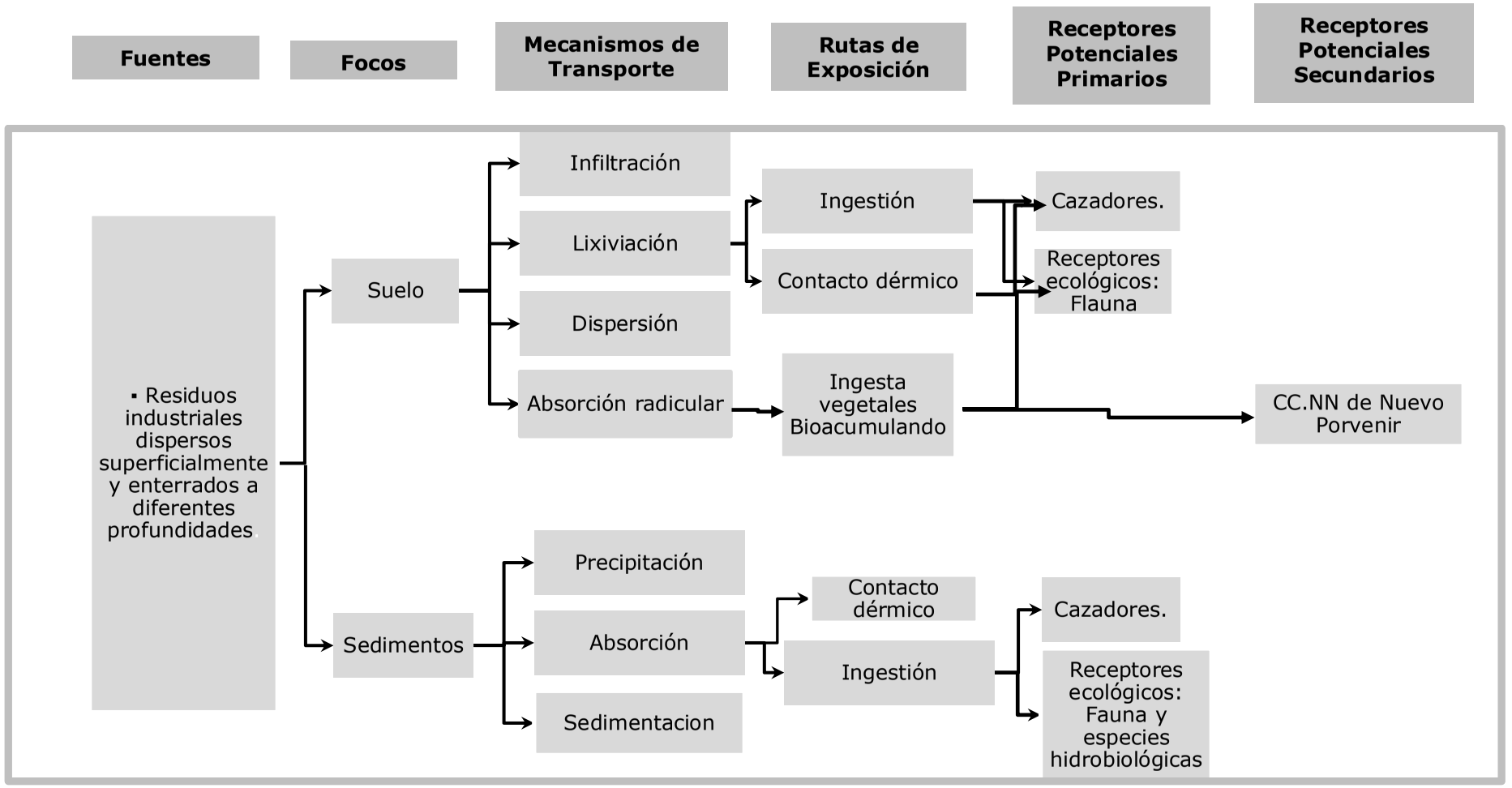


Figura 4-1. Modelo Conceptual Sitio S0104 (Botadero km 2)
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

000309

A continuación, en la **Figura 4-2,** se representa el modelo conceptual gráfico.

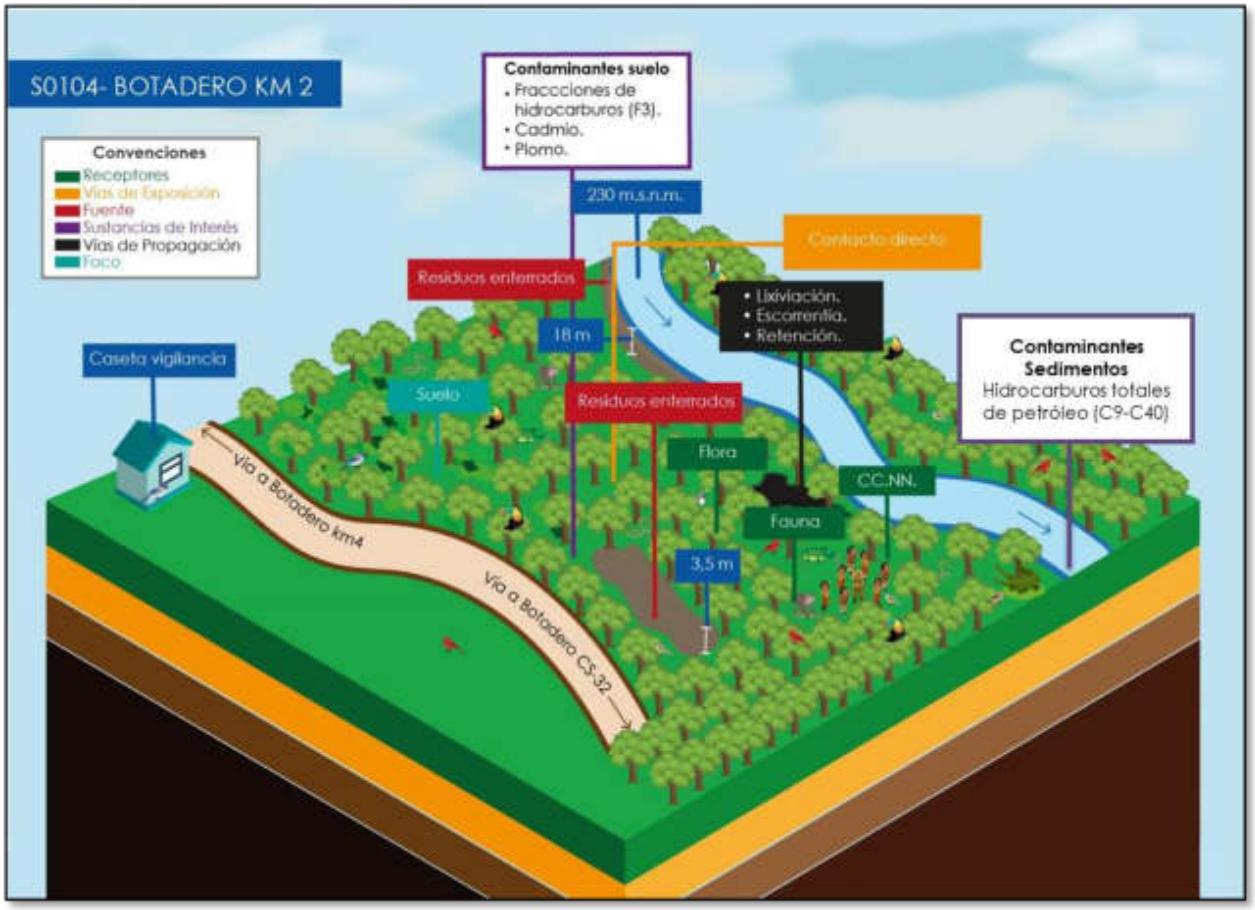


Figura 4-2. Representación Gráfica del Modelo Conceptual Sitio S0104 (Botadero km 2)
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Tabla 4-9**, se presenta el resumen de los peligros identificados a través del modelo conceptual, por matriz de contaminación, teniendo en cuenta el cálculo del UCL95 y/o la concentración máxima que determina los contaminantes de preocupación.

Tabla 4-9. Resumen de los Peligros Identificados a través del Modelo Conceptual (MC)

Matriz de contaminación	Vía de Exposición	Contaminantes de preocupación	Receptores
Suelo	Ingesta (directa o indirecta por cadena trófica)	F2 (>C10-C28), F3 (>C28-C40) y Pb	**Humano:** Miembros de la CC.NN. Nuevo Porvenir, que se dedican a la caza, pobladores de la comunidad nativa que consumen los alimentos proporcionados por los cazadores (adultos y niños).
			Ecológico: Especies que forrajean, como los mamíferos *Mazama nemorivaga* (Venado), *Pecari tajacu* (Sajino), *Dasypus novemcinctus* (Carachupa), *Tapirus terrestres* (Sachabaca), *Dasyprocta fuliginosa* (Añuje)
			Reptiles como *Alopoglossus angulatus* (Lagartija).

Matriz de contaminación	Vía de Exposición	Contaminantes de preocupación	Receptores
			Anfibios como *Allobates sp.* (Rana), *Allobates cf. Trilineatus* (Rana), *Osteocephalus taurinus* (Rana)
			Aves como *Cacicus cela* (Paucar), *Machaeropterus regulus* (Saltarín), *Thamnophilus schistaceus* (Hormiguero), *Microcerculus marginatus* (Cucarachero)
	Contacto dérmico		**Humano:** Miembros de la CC.NN. Nuevo Porvenir, que se dedican a la caza en el sector. (adultos y niños).
			Ecológico: Especies que forrajean, como los mamíferos *Mazama nemorivaga* (Venado), *Pecari tajacu* (Sajino), *Dasypus novemcinctus (*Carachupa), *Tapirus terrestres* (Sachabaca), *Dasyprocta fuliginosa* (Añuje)
			Reptiles como *Alopoglossus angulatus* (Lagartija).
			Anfibios como *Allobates sp.* (Rana), *Allobates cf. Trilineatus* (Rana), *Osteocephalus taurinus* (Rana)
			Aves como *Cacicus cela* (Paucar), *Machaeropterus regulus* (Saltarín), *Thamnophilus schistaceus* (Hormiguero), *Microcerculus marginatus* (Cucarachero)
	Ingesta de Especies vegetales: *Arthocarpus altilis* (pandicho), *Cecropia sp.*, *Jacaranda sp.*, *Inga sp*. (guaba), *Vismia sp*. (pichirina) y *Mauritia flexuosa* (aguaje)	As, Cd, Cr, Pb	**Humano:** Miembros de la CC.NN. Nuevo Porvenir, (adultos y niños), que consumen especies vegetales recolectadas por los cazadores.
			Ecológico: Animales que incorporan en su dieta hojas y frutos.
Sedimentos	Ingestión/Contacto dérmico	Hidrocarburos totales de petróleo (C9-C40)	**Humano:** Miembros de la CC.NN. Nuevo Porvenir, que se dedican a la caza.
			Ecológico: Especies de anfibios que usan cuerpos de agua para postura de huevos como *Ranitomeya reticulata*, y reptiles como, *Epicrates cenchria* que cazan en el agua.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

4.3. Evaluación de la Toxicidad de los CP

Es un procedimiento que permite medir la toxicidad de los contaminantes a los cuales un receptor está o puede estar expuesto en el sitio de estudio. Para ello, se elabora un perfil toxicológico de los Compuestos de Preocupación mediante la selección de valores de referencia de los parámetros de toxicidad, y la evaluación de la confiabilidad (calidad) de esta información.

A continuación, se detalla la información necesaria para determinar la toxicidad para seres humanos y receptores ecológicos.

4.3.1. Toxicidad para los Seres Humanos

La evaluación de toxicidad para seres humanos debe considerar:

- El tipo de efectos adversos a la salud humana asociado a los elementos o sustancias de interés.
- La relación entre la magnitud de la exposición y los efectos adversos y la incertidumbre asociada a cada químico en particular, como pudiera ser el peso de evidencia de una sustancia cancerígena.

Lo anterior se resume en un perfil toxicológico para cada contaminante de preocupación, el cual da cuenta de las referencias de toxicidad disponibles para elementos o sustancias químicas no cancerígenas las llamadas Dosis de Referencia por ingestión (DdR_{ING}) y contacto dermal (DdR_{DER}), separadamente de los cancerígenos utilizando el Factor de Pendiente de Cáncer (FPC).

Para calcular las estimaciones de riesgo en el escenario humano se utilizó información referencial respecto a la toxicidad a través de diversas bases de datos. Las que se usaron en el presente ERSA se encuentran en:

- *USEPA 2004. Part E, Supplemental Guidance for Dermal Risk Assessment.*
- *ATSDR 1998. Toxicological Profile For Total Petroleum Hydrocarbons (TPH).*
- *Nordberg et al. 2005. Handbook on the Toxicology of Metals.*
- *European Chemicals Agency (ECHA) 2018. Safety Assessment of Zinc Salts as Used in Cosmetics. https://www.cir-safety.org/sites/default/files/zincst122017TR.pdf*
- *RAIS 2018. The Risk Assessment Information System. Tennessee. https://rais.ornl.gov/*
- *Soil Remediation Standards - ingestion-dermal exposure pathway, basis and background June, 2008.*

A continuación, se presenta los niveles y parámetros de toxicidad de los CP identificados:

4.3.1.1. *Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP)*

En los puntos de muestreo S0104-S0017 y S0104-S003, la concentración de la fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40), respectivamente; superan por concentración máxima el límite establecido en el D.S. N° 011-2017-MINAM, que reglamenta los Estándares de Calidad Ambiental para Suelo de uso agrícola.

Se analizaron seis (6) muestras de suelo de la fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y cinco (5) muestras para la fracción F3 (>C28-C40), los resultados de laboratorio indican que en dos (02) y en tres (3) puntos de muestreo la concentración de las fracciones F2 y F3, respectivamente, supera el límite ECA para suelos de uso agrícola. La concentración máxima de la fracción de hidrocarburos F2 es igual a 3960 mg/kg, y de la fracción F3 es igual a 22850 mg/kg.

La presencia de fracciones de hidrocarburos, se debe a la inadecuada disposición de lubricantes, grasas y aceites que fueron enterrados en la parte alta de la terraza a profundidades que oscilan entre 0,30 y 1,80 m.

Por otro lado, se encontró HTP (C9-C40) en sedimentos, en el punto de muestreo S0104-Sed001, a una profundidad de 0,0 m; con una concentración de 746,8 mg/kg. La normativa peruana, no reglamenta los parámetros fisicoquímicos para sedimentos, por esta razón se tomarán como valores referenciales los definidos en la normativa internacional *"Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia".* El límite de referencia para los HTP (C9-C40) es igual a 500 mg/kg.

En cuanto a las dosis o concentraciones de referencia, a la fecha solo se tiene información para algunos de los representantes de HTP. Para el grupo F2, Antraceno (DdR oral y DdR dérmico: 0,3 mg/kg-día) y Fluoranteno (DdR oral y dérmico: 0,04 mg/kg-día), mientras que para el grupo F3, no

se han encontrado valores ni de dosis ni concentraciones de referencia (USEPA, 2009; 2015). En la **Tabla 4-20**, se encuentran las DdR oral y dérmica que se utilizarán en el presente ERSA, indicando el representante de cada Fracción de hidrocarburos con la respectiva vía de exposición.

4.3.1.2. *Arsénico (As)*

En el punto de muestreo S0103-S007, a la profundidad de 2,25 y 2,70 m, la concentración de Arsénico, supera el límite establecido en el D.S. N° 011-2017-MINAM, que reglamenta los Estándares de Calidad Ambiental para suelos de uso agrícola.

El muestreo de Arsénico (As) se realizó en diecisiete (17) puntos y se analizaron cuarenta y tres (43) muestras de suelo. La concentración de Arsénico (As) para todos los puntos es inferior al límite de detección, exceptuando el punto de muestreo S0104-S016, en donde la concentración del Arsénico (As) es superior al límite ECA para suelos de uso agrícola.
En los tejidos foliares de las especies, *Arthocarpus altilis* (pandicho)*, Inga sp*. (Guaba), *Vismia sp*. (Pichirina) y *Mauritia flexuosa* (aguaje), se encontró Arsénico (As), en una concentración que supera lo reglamentado en el CODEX y MERCOSUR.

En cuanto a los efectos sistémicos, que podrían generarse en el hombre, se encontró que la dosis letal 50 (LD50), ya sea por vía digestiva (ingestión), respiratoria (inhalación) y cutánea (dermal) para As inorgánico, fue 10-15 mg/kg (As^{+3}) y 250 mg/kg (As^{+5}) (MINSAL, 2014).

En este ERSA, se considerará un DdR oral y dérmico de 0,0003 mg/kg-día para suelos (Nordberg et al., 2005). Este valor se encuentra en la **Tabla 4-20** donde se indica su respectiva vía de exposición.

4.3.1.3. *Cadmio (Cd)*

La concentración máxima de Cadmio, se encontró en el punto S0104-S005 a la profundidad de 0,0 m, siendo igual a 5,8 mg/kg; esta concentración superó al límite establecido en el D.S. N° 011-2017-MINAM para suelo de uso agrícola.

En los tejidos foliares de los géneros *Arthocarpus altilis* (pandicho), se encontró de Cadmio (Cd) en concentraciones que superan el LMP de ingesta permitida para humanos (0,1 mg/kg) (CODEX, 1995).

En este ERSA se considerará un DdR oral y dérmico de 0,001 mg/kg-día (USEPA, 2004) para Cd (total). Este valor se encuentra en la **Tabla 4-20**, donde se indica su respectiva vía de exposición.

4.3.1.4. *Cromo (Cr)*

Solo se encontró Cromo (Cr) en los tejidos foliares de *Arthocarpus altilis* (pandicho) y *Mauritia flexuosa* (aguaje) en concentraciones que superan el LMP de ingesta permitida para humanos (0,5 mg/kg), definido por el Estándar Nacional de la Republica China para la Seguridad de Alimentos.

En este ERSA, se considerará un DdR oral y dérmico para el Cr (III) de 1,5 mg/kg-día (USEPA, 2004). Este valor se encuentra en la **Tabla 4-20** donde se indica su respectiva vía de exposición.

4.3.1.5. *Plomo (Pb)*

En el punto de muestreo S0104-S002, la concentración de Plomo supera al límite establecido en el D.S. N° 011-2017-MINAM, que reglamenta los Estándares de Calidad Ambiental para suelo, en este punto a la profundidad de 0,0 m, la concentración de Plomo es igual a 314 ppm, siendo la concentración máxima de Plomo en suelo y superando al límite reglamentado en el ECA para suelos de uso agrícola.

Se realizó el muestreo de Plomo (Pb) en diecisiete (17) puntos de muestreo y se hizo el análisis de Plomo en cuarenta y tres (43) muestras de suelo.

En los tejidos foliares de los géneros *Arthocarpus altilis* (pandicho), *Inga* sp. (guaba) y *Vismia* sp. (pichirina); se encontró de Plomo (Pb) en concentraciones que superan el LMP de ingesta permitida para humanos (0,1 mg/kg) (CODEX, 1995).

En cuanto a las dosis o concentraciones de referencia oral y dérmica, la EPA no ha desarrollado una CdR para el Pb. Además, menciona que sería inapropiado desarrollar una DdR para inorgánicos de Pb (y compuestos de Pb) porque algunos de los efectos a la salud asociados con su exposición ocurren en niveles muy bajos en la sangre (IRIS, 2005; ASTDR, 2007). No obstante, en la literatura se encontró un valor de riesgo máximo permisible (MPR, *maximun permissible risk*) de 3,6 µg/kg-día de Pb (Vermeire et al., 1991), derivado de una recomendación de la FAO/WHO (1987) para una ingesta de 25 µg/kg-semana de Pb, considerada tolerable (RIVM, 2001). En la **Tabla 4-20** se encuentran las DdR oral y dérmica del Pb (total) que se utilizará en el presente ERSA con su respectiva vía de exposición.

4.3.2. Toxicidad para Receptores Ecológicos

Permite medir la toxicidad de los CP identificados en el sitio de estudio, a los cuales los receptores ecológicos (flora y fauna) están o pueden estar expuestos. Para ello, se comparan las concentraciones encontradas de estos CP con valores de toxicidad de referencia extraídos de fuentes bibliográficas internacionales. En el caso de este ERSA, se utilizó la base de datos ECOTOX, de la Agencia de Protección de los Estados Unidos de Norteamérica (USEPA) en su página web https://cfpub.epa.gov/ecotox/.

Se justifica el uso de información de referencia internacional cuando la información disponible sobre efectos ecotoxicológicos de contaminantes en especies de flora y fauna nacional es escasa, como en el caso de este ERSA.

Para la determinación del riesgo ecológico, se requiere tener los valores máximos de la Concentración efectiva no observable (NOEC) y la Concentración efectiva media (EC_{50}) de las distintas especies terrestres y acuáticas expuestas a las sustancias de interés, en este caso de los contaminantes de preocupación.

En el caso del Sitio S0104 (Botadero km 2) se han identificado como potenciales receptores de fauna a especies de caza, de consumo común por la población local: *Mazama nemorivaga* (Venado), *Dasypus novemcinctus* (Carachupa), etc. Se identificaron aves como: *Trogon viridis* (Trogon coliblanco), *Anthracothorax nigricollis* (Colibrí); y anfibios, como *Allobates cf. trilineatus* (Rana) y *Rhinella margaritifera* (Sapo).

A continuación, se muestra los valores de referencia internacional para especies terrestres consultados por cada CP identificado en suelos contaminados. A partir de estos valores, se elegirá el mayor (más sensible) correspondiente a fauna para los posteriores análisis de riesgo y cálculo de los niveles de remediación.

4.3.2.1. *Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP)*

En la **Tabla 4-10**, se encuentran los valores de referencia de especies terrestres expuestas a Fluoranteno. En negrita se resalta el valor que será utilizado para el cálculo de riesgo ecológico (**4.10.2**).

Tabla 4-10. NOEC y EC_{50} de HTP (Fluoranteno) sobre Especies Representativas del Ecosistema Terrestre

N°	Nombre Científico	Grupo Taxonómico	Punto Final	Concentración	Unidad
1	*Brassica napus*	Colza	EC_{50}	4	mg/kg
2	*Enchytraeus crypticus*	Nemátodo	NOEC	38	mg/kg
3	*Folsomia fimetaria*	Colémbolo	NOEC	47	mg/kg
4	*Folsomia fimetaria*	Colémbolo	EC_{50}	51	mg/kg
5	*Enchytraeus crypticus*	Nemátodo	EC_{50}	61	mg/kg
6	*Eisenia veneta*	Lombriz	NOEC	98	mg/kg
7	*Eisenia foetida*	Lombriz	NOEC	100	mg/kg
8	***Eisenia veneta***	**Lombriz**	**EC_{50}**	**166**	**mg/kg**
9	*Trifolium pratense*	Trébol rojo	EC_{50}	710	mg/kg
10	*Brassica rapa*	Berro	EC_{50}	1 000	mg/kg
11	*Avena sativa*	Avena	EC_{50}	1 000	mg/kg
12	*Lolium perenne*	Césped	EC_{50}	1 000	mg/kg
13	***Sinapis alba***	**Mostaza**	**EC_{50}**	**1 000**	**mg/kg**

Nota: Información recogida de https://cfpub.epa.gov/ecotox/
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

4.3.2.2. *Arsénico (As)*

En la **Tabla 4-11** se encuentran los valores de referencia de especies terrestres expuestas a ácido arsénico disódico y como sal de calcio. En negrita se resalta el valor que será utilizado para el cálculo de riesgo ecológico (**4.10.2**).

Tabla 4-11 NOEC o EC_{50} de Arsénico Sobre Especies Representativas de Ecosistema Terrestre

N°	Nombre científico	Grupo taxonómico	Punto final	Concentración	Unidad
1	*Phaseolus vulgaris*	Frejol	EC_{50}	6,2	ppm
2	*Spinacia oleracea*	Espinaca	EC_{50}	10,6	ppm
3	*Phaseolus lunatus*	Pallar	EC_{50}	10,9	ppm
4	*Raphanus sativus*	Rábano	EC_{50}	19	ppm
5	*Solanum lycopersicum var. lycopersicum*	Tomate	EC_{50}	25,4	ppm
6	*Zea mays*	Maíz	EC_{50}	42	ppm
7	*Brassica oleracea*	Col	EC_{50}	48,3	ppm
8	***Zea mays***	**Maíz**	**EC_{50}**	**77**	**ppm**
9	*Lumbricus terrestris*	Lombriz	EC_{50}	100	ug/g
10	***Lumbricus terrestris***	**Lombriz**	**EC_{50}**	**400**	**ug/g**

Nota: Información recogida de https://cfpub.epa.gov/ecotox/
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

4.3.2.3. *Cadmio (Cd)*

En la **Tabla 4-12**, se encuentran los valores de referencia de especies terrestres expuestas a Cloruro de Cadmio y Nitrato de Cadmio. En negrita se resalta el valor que será utilizado para el cálculo de riesgo ecológico (**4.10.2**).

Tabla 4-12. NOEC o EC_{50} de Cadmio sobre Especies Representativas de Ecosistema Terrestre

N°	Nombre científico	Grupo taxonómico	Punto final	Concentración	Unidad
1	*Folsomia candida*	Colémbolo	EC_{50}	0,00011	mg/kg
2	*Colpoda steinii*	Ciliado	EC_{50}	0,22	mg/L
3	*Lactuca sativa*	Lechuga	NOEC	0,35	mg/L
4	*Rattus norvegicus*	Rata	NOEC	0,5	mg/kg
5	*Lactuca sativa*	Lechuga	EC_{50}	0,84	mg/L
6	*Trachemys scripta ssp. elegans*	Tortuga	NOEC	0,956	mg/kg
7	*Solanum lycopersicum var. lycopersicum*	Tomate	NOEC	1,1	mg/L
8	*Eisenia foetida*	Lombriz	EC_{50}	1,9	mg/L
9	*Helix aspersa*	Caracol	NOEC	2	mg/L
10	*Solanum lycopersicum var. lycopersicum*	Tomate	EC_{50}	3	mg/L
11	*Avena sativa*	Avena	NOEC	3,5	mg/L
12	*Helix aspersa*	Caracol	EC_{50}	3,94	mg/L
13	*Arabidopsis thaliana*	Mala hierba	NOEC	5	ug/ml
14	*Brassica rapa*	Berro	EC_{50}	5	mg/kg
15	*Avena sativa*	Avena	EC_{50}	6	mg/L
16	*Paronychiurus kimi*	Colémbolo	EC_{50}	6,38	mg/kg
17	*Fungi*	Hongo	EC_{50}	7	ug/g
18	*Eisenia andrei*	Lombriz	NOEC	10	mg/kg
19	*Folsomia candida*	Colémbolo	NOEC	21	mg/kg
20	*Lepidium sativum*	Berro	EC_{50}	26,5	mg/L
21	*Eisenia andrei*	Lombriz	EC_{50}	27	mg/kg
22	*Plectus communis*	Nemátodo	NOEC	32	mg/kg
23	*Sinapis alba*	Mostaza	EC_{50}	47,86	mg/L
24	*Avena sp.*	Avena	EC_{50}	50	mg/kg
25	*Enchytraeus crypticus*	Nemátodo	EC_{50}	52	mg/kg
26	*Panicum miliaceum*	Mijo	EC_{50}	53,834	ppm
27	*Aporrectodea caliginosa*	Lombriz	EC_{50}	68,4	mg/kg
28	*Orchesella cincta*	Colémbolo	EC_{50}	85,5	mg/kg
29	*Lobella sokamensis*	Colémbolo	NOEC	100	mg/kg
30	*Eisenia foetida*	Lombriz	NOEC	152	ug/g
31	*Enchytraeus albidus*	Nemátodo	EC_{50}	158	mg/kg
32	*Porcellio scaber*	Isópodo	EC_{50}	192	mg/kg
33	*Platynothrus peltifer*	Garrapata	EC_{50}	246	mg/kg
34	*Plectus communis*	Nemátodo	EC_{50}	321	mg/kg
35	***Porcellionides pruinosus***	**Isópodo**	**EC_{50}**	**523**	**mg/kg**
36	*Vigna radiata var. radiata*	Soja	EC_{50}	1000	mg/kg
37	*Brassica chinensis*	Pakchoi	EC_{50}	1000	mg/kg
38	*Lolium perenne*	Césped	EC_{50}	1000	mg/kg
39	*Raphanus sativus*	Rábano	EC_{50}	1000	mg/kg
40	*Sorghum bicolor ssp. bicolor*	Sorgo	EC_{50}	1000	mg/kg
41	*Brassica rapa var. rapa*	Berro	EC_{50}	1000	mg/kg
42	*Trifolium pratense*	Trebol rojo	EC_{50}	1000	mg/kg
43	*Brassica napus var. napus*	Nabo	EC_{50}	1000	mg/kg
44	*Vicia sativa*	Arveja	EC_{50}	1000	mg/kg
45	***Triticum aestivum***	**Trigo**	**EC_{50}**	**1000**	**mg/kg**

Nota: Información recogida de https://cfpub.epa.gov/ecotox/

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

4.3.2.4. *Cromo (Cr)*

En la **Tabla 4-13**, se encuentran los valores de referencia de especies terrestres expuestas a Acetato de Cromo, Nitrato de Cromo y Cloruro de Cromo. En negrita se resalta el valor que será utilizado para el cálculo de riesgo ecológico (**4.10.2**).

Tabla 4-13. NOEC o EC_{50} de Cromo sobre Especies Representativas de Ecosistema Terrestre

N°	Nombre Científico	Grupo Taxonómico	Punto Final	Concentración	Unidad
1	*Lactuca sativa*	Lechuga	NOEC	0,04	mg/L
2	*Solanum lycopersicum var. lycopersicum*	Tomate	NOEC	0,11	mg/L
3	*Avena sativa*	Avena	NOEC	0,12	mg/L
4	*Lactuca sativa*	Lechuga	EC_{50}	0,16	mg/L
5	*Solanum lycopersicum var. lycopersicum*	Tomate	EC_{50}	0,29	mg/L
6	*Salvia sclarea*	Salvia	NOEC	1	mg/L
7	*Avena sativa*	Avena	EC_{50}	1,4	mg/L
8	*Lepidium sativum*	Césped	EC_{50}	1,8	mg/L
9	*Allium cepa*	Cebolla	EC_{50}	4,2	mg/L
10	*Brassica rapa*	Berro	EC_{50}	4,96	mg/L
11	*Sinapis alba*	Mostaza	EC_{50}	5,01	mg/L
12	*Brassica chinensis*	Pak-Choi	EC_{50}	10	mg/kg
13	*Brassica napus var. napus*	Colza	EC_{50}	10	mg/kg
14	*Trifolium pratense*	Trébol rojo	EC_{50}	10	mg/kg
15	*Brassica rapa var. rapa*	Nabo	EC_{50}	10	mg/kg
16	*Eisenia andrei*	Lombriz	NOEC	32	mg/kg
17	*Triticum aestivum*	Trigo	EC_{50}	100	mg/kg
18	*Vicia sativa*	Alverja	EC_{50}	100	mg/kg
19	*Sorghum bicolor ssp. bicolor*	Sorgo	EC_{50}	100	mg/kg
20	*Vigna radiata var. radiata*	Frijol	EC_{50}	100	mg/kg
21	*Lolium perenne*	Césped	EC_{50}	100	mg/kg
22	*Raphanus sativus*	Rábano	EC_{50}	100	mg/kg
23	*Eisenia andrei*	Lombriz	EC_{50}	155	mg/kg
24	*Avena sp.*	Avena	NOEC	200	mg/kg
25	***Eisenia foetida***	**Lombriz**	**EC_{50}**	**1 780**	**mg/kg**

Nota: Información recogida de https://cfpub.epa.gov/ecotox/

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

4.3.2.5. *Plomo (Pb)*

En la **Tabla 4-14**, se encuentran los valores de referencia de especies terrestres expuestas a Acetato de Plomo, Arseniato de Plomo, Nitrato de Plomo y Cloruro de Plomo. En negrita se resalta el valor que será utilizado para el cálculo de riesgo ecológico (**4.10.2**).

Tabla 4-14. NOEC o EC_{50} de Plomo sobre Especies Representativas de Ecosistema Terrestre

N°	Nombre Científico	Grupo Taxonómico	Punto Final	Concentración	Unidad
1	*Rattus norvegicus*	Rata	NOEC	0,005	mg/kg
2	*Canis familiaris*	Perro	NOEC	16	mg/kg
3	*Lepidium sativum*	Berro	EC_{50}	77,8	mg/L
4	*Sinapis alba*	Mostaza	EC_{50}	263,03	mg/L
5	*Enchytraeus albidus*	Nemátodo	EC_{50}	320	mg/kg
6	*Dendrobaena octaedra*	Lombriz	EC_{50}	501	mg/kg
7	*Eisenia foetida*	Lombriz	NOEC	608	ug/g
8	***Avena* sp.**	**Avena**	**NOEC**	**800**	**mg/kg**
9	*Folsomia candida*	Colémbolo	EC_{50}	1 360	mg/kg
10	*Eisenia foetida*	Lombriz	EC_{50}	1 629	ug/g
11	***Sinella curviseta***	**Colémbolo**	**EC_{50}**	**3 212**	**mg/kg**

Nota: Información recogida de https://cfpub.epa.gov/ecotox/

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

4.4. Evaluación de la Exposición

Tiene la finalidad de determinar la magnitud (actual o potencial), frecuencia y duración de la exposición a los CP, considerando las vías principales a las que los receptores están o pueden estar expuestos. Esta información permite calcular la cantidad de contaminante que ingresa al organismo (dosis) por contacto con la matriz ambiental contaminada y por la ruta de exposición correspondiente.

A continuación, se detallan las etapas de la evaluación de la exposición, que se basa en una descripción detallada del entorno y de los hábitos de los potenciales receptores humanos (escenario humano) y de la flora y la fauna (escenario ecológico).

4.4.1. Caracterización de los Receptores y Escenarios de Exposición

4.4.1.1. *Caracterización del Receptor y Escenario Humano*

La población en riesgo serían los pobladores (adultos y niños) de la CC.NN. de Nuevo Porvenir, que se encuentran a una distancia de 8,9 km, por carretera, del sitio impactado y quienes consumen los productos de la caza y colecta de plantas y cultivos. Por otro lado, se encuentran los pobladores que transitan por la zona o se internan en el monte para realizar actividades de caza y colecta.

Se han identificado dos (2) posibles escenarios de exposición:

- **Escenario 1**: Corresponde a los pobladores (adultos y niños) de la CC.NN. de Nuevo Porvenir, que consumen los productos de la caza y colecta de vegetales de la zona. Estos pobladores están expuestos a los contaminantes en los tejidos vegetales, que llevan los recolectores a la comunidad. Para este caso, se considerará una ingesta de 192 días/año (4 días/semana x 4 semanas/mes x 12 meses/año).

A continuación se presentan los valores estimados para ingesta de tejidos vegetales contaminados (**Tabla 4-15**).

Tabla 4-15. Valores estimados para ingesta de tejidos vegetales contaminados para el Escenario 1 (pobladores locales)

Estimadores	Siglas	Unidades	Valores	
			Adultos	Niños
Tasa de ingestión tejidos vegetales	TI_{ing}	mg/día	400 000[1]	400 000[1]

Estimadores	Siglas	Unidades	Valores	
			Adultos	Niños
Factor de corrección	FC	-	0.000001[2]	0.000001[2]
Peso corporal	PC	kg	65[2]	12[2]

[1]OMS, https://www.who.int/dietphysicalactivity/fruit/es/index1.html

[2]MINAM, 2015. Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- **Escenario 2**: Corresponde a los pobladores (adultos y niños) de la CC.NN. de Nuevo Porvenir que realizan las actividades de caza en la zona. Estos pobladores están expuestos a los contaminantes en las matrices de suelo por contacto dérmico e ingestión y de sedimentos por ingestión.

La frecuencia de exposición es igual a 144 días/año (3 días/semana x 4 semanas/mes x 12 meses/año).

A continuación se presentan los valores estimados para ingesta de suelos, sedimentos y contacto dérmico de suelos contaminados para el Escenario 2 (Ver **Tabla 4-16** y **Tabla 4-17**).

Tabla 4-16. Valores Estimados para Ingesta de Suelos y Sedimentos Contaminados para el Escenario 2 (cazadores)

Estimadores	Siglas	Unidades	Valores	
			Cazadores	
			Adultos	Niños
Tasa de ingestión suelos	TI_{ing}	mg/día	100[1]	200[1]
Frecuencia de exposición	FrE	días/años	144	144
Factor volumétrico de conversión	FVC	-	0.000001[1]	0.000001[1]
Duración de la exposición	DuE	años	24[1]	6[1]
Peso corporal	PC	kg	65[1]	29[1]
Periodo de tiempo durante la exposición (Cáncer)	PTE_M	años	74,5[1]	74,5[1]
Periodo de tiempo durante la exposición (No Cáncer)			24[1]	6[1]

[1]MINAM, 2015. Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Tabla 4-17. Valores Estimados para Contacto Dérmico de Suelos y Sedimentos Contaminados para el Escenario 2 (cazadores)

Estimadores	Siglas	Unidades	Valores	
			Cazadores	
			Adultos	Niños
Factor de adherencia a la piel – suelo/sedimento	FAP	mg/cm^2-evento	0,07[1]	0,2[1]
Frecuencia de exposición	FrE	días/años	144	144
Duración de la exposición	DuE	años	24[1]	12[1]
Frecuencia del evento	Fr_{evento}	evento/día	1	1
Superficie de la piel disponible para contacto	SPD_{Der}	cm^2/evento	5 700[1]	2 800[1]
Peso corporal	PC	kg	65[3]	29[3]
Promedio de tiempo durante la exposición (Cáncer)	PTE_M	días	27 193[1]	27 193[1]
Promedio de tiempo durante la exposición (No Cáncer)			8 760[1]	4 380[1]

[1]*USEPA, 2004. Risk Assessment Guidance for Superfund: Volume I -Human Health Evaluation Manual (Part E, Supplemental Guidance for Dermal Risk Assessment), EPA/540/R-99/005. Office of Superfund Remediation and Technology Innovation, Washington D.C; United States of America*

[2]*Gujral et al., 2011. Water Adherence Factors for Human Skin. Risk Analysis, Vol. 31, No. 8, 1271-1280. DOI: 10.1111/j.1539-6924.2011.01601.x*

[3]MINAM, 2015. Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

4.4.1.2. *Caracterización del Receptor y Escenario Ecológico*

A continuación, se presenta un listado de especies de caza, de consumo común por la población local: *Mazama nemorivaga* (Venado), *Dasypus novemcinctus* (Carachupa), etc. Se identificaron aves como: *Trogon viridis* (Trogon coliblanco), *Anthracothorax nigricollis* (Colibrí); anfibios como *Allobates cf. trilineatus* (Rana) y *Rhinella margaritifera* (Sapo).

Se identificaron especies vegetales de consumo como *Inga sp*. (guaba), *Mauritia flexuosa* (aguaje), *Arthocarpus altilis* (pandicho); de importancia medicinal para la comunidad como *Vismia sp*. (pichirina), el Sapo huasca, el cual se emplea para aliviar síntomas de gastritis.

De los diferentes criterios para identificar a los grupos de receptores de especial importancia, las especies mencionadas responden al de importancia económica y social. Esto se debe a que los parámetros potencialmente afectados por los CP estarían relacionados con la supervivencia, la productividad y el éxito reproductivo de dichas especies.

4.4.2. Cálculo de la Dosis de Exposición y Riesgo para la Salud Humana

Para el cálculo de las dosis de exposición se emplearon los siguientes valores de referencia tomados de la EPA, ATSDR y otras entidades de prestigio internacional. Se han considerado los valores de antraceno como representante de la fracción F2, debido a que existen datos disponibles de dosis de referencia (DdR) y tasas de absorción dermal y de absorción gastrointestinal. Sin embargo, para la fracción F3, en la literatura revisada no se encontraron valores recomendados por la USEPA, por lo que se ha considerado el recomendado por *Texas Risk Assessment* (RBCA) (Ver **Tabla 4-18**).

Tabla 4-18. Factor de Biodisponibilidad (o Tasa de Absorción por Ingesta) y Fracción de Absorción Dermal de los CP Identificados por Matriz de Contaminación

Matriz de Potencial Contaminación	Vía de Exposición	Contaminante de Preocupación	Factor de Biodisponibilidad/ Tasa Absorción Gastrointestinal	Fracción de Absorción Dermal
		CP	FBD_{ing}	FA_{der}
Suelo	Ingesta (directa)	F2: Antraceno	1,00[1]	ND
		F3: ND	0,5[2]	ND
		Pb (total)	0,6[5]	ND
	Contacto dérmico (directo)	F2: Antraceno	ND	0,13[1]
		F3: ND	ND	0,1[2]
		Pb (total)	ND	0,0006[5]
	Ingesta de tejidos vegetales	As (total)	0,24[3]	ND
		Cd (total)	0,05[4]	ND
		Cr (total)	0,013[4]	ND
		Pb (total)	0,6[5]	ND
Sedimento	Ingesta (directa)	HTP (C6-C40: Antraceno)	ND	-
	Contacto dérmico (directo)	HTP (C6-C40: Antraceno)	-	0,13[1]

Nota: ND = No Disponible

[1]*Soil Remediation Standards - Ingestion-dermal exposure pathway, basis and background June, 2008.*

[2]Base de datos RBCA (2019)

[3]RAIS 2018. *The Risk Assessment Information System. Tennessee*. https://rais.ornl.gov/

[4]*USEPA 2004. Part E, Supplemental Guidance for Dermal Risk Assessment.*

[5]*Nordberg et al. 2005. Handbook on the Toxicology of Metals.*

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

El cálculo de la dosis de exposición se realizará para las vías de exposición por ingestión y contacto dérmico.

No se ha considerado la vía de exposición por inhalación de vapores orgánicos debido a que los resultados analíticos de laboratorio indican que en el área impactada no hay compuestos orgánicos volátiles. Los COV´s debido a su elevada presión de vapor bajo condiciones normales de temperatura y presión se volatilizan.

Tampoco se ha considerado la acción mecánica de los vientos, debido a que el área impactada tiene cobertura vegetal y que los residuos que están provocando la deposición de metales están enterrados.

Se desestima la inhalación de material particulado por acción del triturado de materiales y movimiento de suelos, debido a que estos procesos no se desarrollan en el área.

A continuación, se describen las fórmulas recomendadas en la guía ERSA (MINAM, 2015), para establecer las dosis de exposición de los CP para las diferentes vías y los riesgos (no cancerígenos y cancerígenos) para la salud humana.

4.4.2.1. *Dosis de Exposición por Ingestión*

4.4.2.1.1. Suelos y Sedimemtos

La ingestión de suelo está asociada a diversas actividades que tienen lugar en ambientes exteriores, aunque también puede ocurrir en ambientes interiores, siempre que sea plausible asumir que se produzca la movilización de partículas contaminadas en forma de polvo, y que estas alcancen un espacio interior ocupado por receptores.

La ingestión de sedimentos contaminados puede ocurrir básicamente durante el baño recreativo (aguas superficiales), o por el consumo de alguna especie de fauna que pueda tener el contaminante en su organismo.

Para el cálculo de la dosis de exposición por ingestión (DE_{ing}) de suelos, polvos y sedimentos se empleó la siguiente fórmula, que se encuentra en el ítem 5.4.2.1 de la Guía ERSA (MINAM, 2015).

$$\boldsymbol{DEing} = \frac{Cs \times TIing \times FBDing \times FrE \times DuE \times FC}{365 \times PTEm \times PC}$$

Donde:

DE_{ing} = Dosis de exposición por ingestión (mg/kg-día)
Cs = Concentración de contaminante (suelos) (mg/kg)
TI_{ing} = Tasa de ingestión (mg/d)
FBD_{ing} = Tasa de absorción gastrointestinal del contaminante (%/100)
FC = Factor volumétrico de conversión (= $1x10^{-6}$)
PC = Peso corporal (kg)
FrE = Frecuencia de exposición (día/año)
DuE = Duración de la exposición (año)
PTE_m = Periodo de tiempo durante la exposición fue promediado (años) (DuE (no cancerígeno) y LT (cancerígeno))

Los valores de FBD_{ing} se encuentran en la **Tabla 4-18**.

4.4.2.1.2. Tejidos Vegetales

la ingestión de tejidos vegetales puede ocurrir durante el consumo directo de la especie vegetal.

Para el cálculo de la dosis de exposición por ingestión (DE_{ia}) de tejidos vegetales, se empleó la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{DEia} = \frac{Cs * TIing * FC}{PC}$$

Donde:
DE_{ia} = Dosis de exposición de la sustancia a través del alimento (mg/kg-d)
C_S = Concentración de contaminante en alimento (mg/kg)
TI_{ing} = Tasa de ingestión (kg/día)
PC = Peso corporal (kg)
FC = Factor de corrección (0,00001)

4.4.2.2. *Dosis de Exposición por Contacto Dérmico*

Para el cálculo de la dosis de exposición por contacto dérmico (DE_{der}) de suelos y sedimentos se empleó la fórmula que se encuentra en el ítem 5.4.2.1 de la Guía ERSA (MINAM, 2015). Esta fórmula es exclusiva para calcular la dosis de exposición por contacto dérmico para suelos, por lo que se ha adaptado para sedimentos, que carecen de una fórmula específica.

$$DEder = \frac{DAevento \times FrE \times DuE \times Frevento \times SPDder}{PC \times PTEm}$$

$$DAevento = Cs \times FVC \times FAP \times FAder$$

Donde:

DE_{der} = Dosis de Exposición por contacto dérmico (mg/kg-día)
DA_{evento} = Dosis absorbida por evento (mg/cm^2-evento)
Cs = Concentración del contaminante en suelos (mg/kg) o agua superficial (mg/L)
SPD_{der} = Superficie de la piel disponible para contacto (cm^2/evento)
FAP = Factor de adherencia a la piel (mg/cm^2-evento)
FA_{der} = Fracción de absorción dermal (específico por contaminante)
FVC = Factor volumétrico de conversión = 10^{-6} kg/mg
FrE = Frecuencia de exposición (día/año)
DuE = Duración de la exposición (año)
PC = Peso corporal (kg)
PTE_m = Periodo del tiempo de exposición (días)

Los valores de FA_{der} se encuentran en la **Tabla 4-18**.

4.4.2.3. *Riesgo Cancerígeno*

Es el proceso que implica combinar el peligro, la respuesta a la dosis y las evaluaciones de exposición para describir el riesgo general que representa un contaminante.

En el caso de los contaminantes cancerígenos, no existe todavía un consenso a nivel internacional sobre cuál es la mejor forma de abordar la cuantificación de la relación dosis-respuesta. El método más extendido hasta la fecha consiste en el desarrollo de modelos matemáticos a partir de datos experimentales en el rango de efectos observables, a partir de los cuales se elabora una curva dosis-respuesta. Para estimar la respuesta a dosis menores, se simplifica la curva a una recta en el rango de bajas dosis. De ahí se obtienen los valores del Factor de Pendiente de Cáncer (FPC) y el Factor de Riesgo Unitario (FRU), utilizados para caracterizar la relación dosis-respuesta (**Tabla 4-19**).

Para los estudios de ERSA en el Perú, se considera por defecto uno en cien mil habitantes como un riesgo cancerígeno aceptable (1:100 000= $IR_T \leq 10^{-5}$), mientras que valores entre 10^{-5} y 10^{-4} pueden ser aceptados en casos excepcionales. IR_T mayores a 10^{-4} no son aceptables.

Tabla 4-19. Factor de Pendiente de Cáncer de los CP Identificados para el Cálculo de Riesgo Cancerígeno por Matriz de Contaminación

Matriz de Potencial Contaminación	Vía de Exposición	Contaminante de Preocupación	Factor de Pendiente de Cáncer
		CP	FPC mg/kg-día
Suelo	Ingesta (directa)	F2: Antraceno	ND
		F3: ND	ND
		Plomo (Pb)	0,0085[1]
	Contacto dérmico (directo)	F2: Antraceno	ND
		F3: ND	ND
		Plomo (Pb)	0,0085[1]
	Ingesta de tejidos vegetales	Arsenico (As)	1,5[1]
		Cadmio (Cd)	ND
		Cromo (Cr)	ND
		Plomo (Pb)	0,0085[1]
Sedimento	Ingesta (directa)	HTP (C6-C40: Antraceno)	ND
	Contacto dérmico (directo)	HTP (C6-C40: Antraceno)	ND

Nota: ND = No Disponible

[1]RAIS 2018. *The Risk Assessment Information System. Tennessee*. https://rais.ornl.gov/

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

4.4.2.4. *Riesgo No Cancerígeno*

Ya que el objetivo de la evaluación dosis-respuesta para sustancias no cancerígenas es identificar un umbral o valor en el que se espera que no se produzca un daño, la meta de la caracterización del riesgo no cancerígeno es determinar si la exposición excede ese límite y, por lo tanto, es preocupante para la salud de la población.

Para determinar el riesgo no cancerígeno se toma en cuenta que, si el cociente de peligrosidad (CdP) es inferior a 1, representa generalmente un riesgo aceptable. Un cociente superior a 1 se considera preocupante, por tratarse de una exposición elevada que puede representar un riesgo. En casos donde el cociente de peligrosidad es mayor a 10, el riesgo es considerado muy elevado y se debe tomar acciones correctivas inmediatas para proteger a la población y a los receptores ecológicos. Entre ellas, debe considerarse la restricción del acceso e incluso una evacuación de la población de las áreas más impactadas.

En la **Tabla 4-20**, se muestran las dosis de referencia (DdR) de los CP para el cálculo del riesgo no cancerígeno.

Tabla 4-20. Dosis de Referencia de los CP Identificados para el Cálculo de Riesgo No Cancerígeno por Matriz de Contaminación

Matriz de Potencial Contaminación	Vía de Exposición	Contaminante de Preocupación	Dosis de Referencia
		CP	DdR mg/kg-día
Suelo	Ingesta (directa)	F2: Antraceno	0,3[1]
		F3: ND	0,04[2]
		Plomo (Pb)	0,0018[5]
	Contacto dérmico (directo)	F2: Antraceno	0,3[1]
		F3: ND	0,04[2]
		Plomo (Pb)	0,0018[5]
	Ingesta de tejidos vegetales	Arsenico (As)	0,0003[3]
		Cadmio (Cd)	0,001[4]
		Cromo (Cr)	1,5[4]

Matriz de Potencial Contaminación	Vía de Exposición	Contaminante de Preocupación	Dosis de Referencia
		CP	DdR mg/kg-día
		Plomo (Pb)	0,0018[5]
Sedimento	Ingesta (directa)	HTP (C6-C40: Antraceno)	0,3[1]
	Contacto dérmico (directo)	HTP (C6-C40: Antraceno)	0,3[1]

Nota: ND = No Disponible

[1]*Soil Remediation Standards - Ingestion-dermal exposure pathway, basis and background June, 2008.*

[2]Base de datos RBCA (2019).

[3]RAIS 2018. *The Risk Assessment Information System. Tennessee*. https://rais.ornl.gov/

[4]*USEPA, 2004. Part E, Supplemental Guidance for Dermal Risk Assessment.*

[5] *FDA 2018. http://blogs.edf.org/health/2018/10/25/fda-reduces-limit-lead-childrens-food/*

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

4.4.3. Salud Ambiental

Los criterios de evaluación de la exposición a la salud ambiental se basaron en la determinación del riesgo ecológico del CP. Para ello, se revisaron los resultados de las pruebas ecotoxicológicas, ya sea de ensayos agudos (criterio de supervivencia < 96 h), subletales (criterios distintos a supervivencia) o subcrónicos (criterio de supervivencia > 96 h), de especies terrestres que estuvieran en contacto con los CP (USEPA, 1986).

En el presente estudio, también se ha definido los niveles de umbrales de la concentración efectiva no observable (NOEC), así como sus efectos, mediante el uso de factores de seguridad convenientes. Los factores de seguridad son multiplicadores aplicados para estimar posibles umbrales subletales de efecto en comunidades de organismos. Se emplearon los factores de seguridad recomendados por la USEPA (1997) en la evaluación de riesgo ecológico.

La determinación del riesgo ecológico calculado (RQ) viene dado por el cociente de la concentración de exposición esperada (CEE) y la concentración que no causa efectos sobre los organismos (NEC) (Planes y Fuchs, 2015) (ver **Tabla 4-21**).

El valor de la NEC se obtuvo con el valor de la mayor toxicidad aguda (CE_{50} o NOEC) calculada de distintas pruebas ecotoxicológicas, dividida por un factor de seguridad o de aplicación. Este factor de seguridad puede ser 10, 100 o 1000 (Calow y Forbes, 2003), y es inversamente proporcional a la cantidad y calidad de datos de toxicidad que se disponga (Planes y Fuchs, 2015).

A continuación, se presenta las ecuaciones para cálculo del riesgo ecológico (RQ):

$$\text{NEC} = \frac{\text{Mayor NOEC o CE50}}{\text{Factor}}$$

$$\text{Riesgo (RQ)} = \frac{\text{CEE}}{\text{NEC}}$$

Tabla 4-21. Interpretación de Resultados para Determinar el Riesgo Ecológico (RQ)

Rango de Valores de RQ	Interpretación
RQ ≤ 1	Riesgo aceptable
RQ > 1	Riesgo no aceptable

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia Elaborado a partir de Planes y Fuchs (2015).

4.5. Rutas y Vías de Exposición (Mecanismos de Transporte) de los Contaminantes Asociados a las Actividades de Hidrocarburos

4.5.1. Identificación de Rutas y Vías de Exposición

Se identificaron dos principales vías de exposición a la contaminación: Contacto dérmico (directo) e ingestión (directa o indirecta a través de la cadena trófica), para el receptor humano.

En el caso de los CP identificados en tejidos vegetales, estos serían incorporados al hombre u otro ser vivo a través de la ingesta.

El ingreso de estos CP al organismo humano se realiza de la siguiente manera:

A- Ingesta y contacto dérmico con partículas de suelo con fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3(>c18-C40) y con concentraciones de Cadmio y Plomo, que se pueden producir accidentalmente en adultos y niños.
B- Ingesta de sedimentos con concentraciones de hidrocarburos totales de petróleo.
C- Consumo de vegetales con concentraciones de Arsénico, Cadmio, Cromo y Plomo.

No se ha considerado la vía de exposición por inhalación de vapores orgánicos debido a que los resultados analíticos de laboratorio indican que en el área impactada no hay compuestos orgánicos volátiles. Los COV´s debido a su elevada presión de vapor bajo condiciones normales de temperatura y presión se volatilizan.

Tampoco se ha considerado la acción mecánica de los vientos, debido a que el área impactada tiene cobertura vegetal y que los residuos que están provocando la deposición de metales están enterrados.

Se desestima la inhalación de material particulado por acción del triturado de materiales y movimiento de suelos, debido a que estos procesos no se desarrollan en el área.

4.6. Posible Migración de los Contaminantes de un Medio Físico a Otro

4.6.1. Fracciones de Hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40) en Suelo

El grado de movilidad de las fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28), F3 (>C28-C40) depende entre otras propiedades de la Viscosidad, Gravedad API del petróleo, composición química de las fracciones de hidrocarburos, Temperatura.

A mayor Gravedad API, los hidrocarburos tendrán un mayor grado de fluidez, por lo tanto, los hidrocarburos livianos se dispersarán más fácilmente a través de los espacios interlaminares del suelo y dado su carácter menos hidrofóbico que las fracciones más pesadas, podrán dispersarse y solubilizarse en la fase agua.

Debido a la baja Presión de vapor de las fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28 y F3 (>C28-C40) bajo las condiciones normales en las que se encuentran en el medio ambiente, no se producirá su volatilización.

El grado de migración de las fracciones de hidrocarburos a través de los horizontes de suelo depende de sus propiedades fisicoquímicas y de las propiedades del suelo.

El sector en donde están enterrados los residuos está constituido por suelos disturbados, no autóctonos, por lo tanto, se trata de suelos que permiten la migración de las fracciones pesadas hasta las capas de arcilla natural.

En la explanada de la terraza alta, los CP han afectado los estratos subsuperficiales del suelo hasta una profundidad de 3,0 m, las aguas de infiltración al entrar en contacto con las fracciones de

hidrocarburos medias y pesadas, generan procesos de dispersión y emulsificación de los hidrocarburos en aguas de infiltración y su movilización a través de las capas de suelo removidas.

4.6.2. Metales Pesados (Arsénico, Cadmio y Plomo) en Suelo

Los metales identificados en suelo, son Arsénico (As), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb), se encuentran a profundidades entre 0,00 y 2,0, debido a que fueron enterrados sistemáticamente a esas profundidades.

La mayor concentración de los metales pesados se encuentra en los sustratos que tienen contacto directo con las fuentes aportantes de metales, progresivamente se observa una reducción en su concentración en la medida que la distancia se incrementa desde la fuente al punto de toma de la muestra, las capas arcillosas están reteniendo a los metales y limitando su movimiento.

El Arsénico (As), Cadmio (Cd) y el Plomo (Pb), al entrar en contacto con el suelo, pueden ser adsorbidos, precipitados mediante oxidación, fijados a través de la materia orgánica o acomplejados a través de sales inorgánicas (carbonatos o sulfatos), en cuanto a la salida desde el suelo a otro medio físico, puede darse por extracción por cosechas, drenaje o erosión (MINAM, 2017).

Cuando los contaminantes entran al suelo, se dispersan y pueden llegar al aire, agua y sedimentos, los cuales se convierten en un foco de contaminación. Su movilidad dependerá de las condiciones ambientales, como del tipo de suelo, su estructura y composición; el nivel de la napa freática y de los procesos edáficos y geológicos (p.ej. lixiviación), que se regulan con el pH, la presencia de materia orgánica, la dureza del suelo, entre otros. Asimismo, deben tomarse en cuenta las propiedades fisicoquímicas de los propios contaminantes, como tamaño de la molécula, solubilidad, coeficientes de partición (octanol-agua, agua-aire, sedimento-agua), presión de vapor, entre otros.

Por escorrentía, los metales pesados pueden movilizarse a través de los taludes perimetrales y alcanzar la ribera de los cuerpos estacionales que están ubicados sobre el margen oriental y nororiental del área impactada.

La desestabilización de los taludes en donde existen residuos dispersos o enterrados puede propiciar la migración de los CP.

El Arsénico, Cadmio, el Plomo y los metales ferrosos y no ferrosos pueden migrar hacia las aguas de infiltración que se encuentran acumuladas en el subsuelo.

Los ensayos de TCLP del Arsénico, Bario, Cadmio, Cromo, Mercurio, Plomo indican que la concentración TCLP de estos metales es inferior al límite reglamentado en el *Code of Federal Regulations of USA.*

Los metales que pueden ser absorbidos, por las plantas, son los que se encuentran en la rizósfera, donde los ácidos orgánicos exudados disminuyen el pH del suelo y favorecen su biodisponibilidad y acumulación en los tejidos de las plantas. Estos ácidos pueden actuar también como complejantes de los metales y movilizarlos a la solución suelo (Krishnamurti et al., 1997). En el caso de los CP identificados en tejidos vegetales, estos pueden ser incorporados al hombre u otro ser vivo a través de la cadena trófica.

4.6.3. HTP (C9-C40) en Sedimentos

Los hidrocarburos totales de petróleo (HTP: C9-C40) encontrados en los sedimentos pueden ser absorbidos por los sustratos del lecho y dispersarse a través de la columna de agua.

En el caso de los CP identificados en sedimentos, las vías de movilización son, sobre todo, los procesos de transferencia de masa desde los sedimentos hacia la columna de agua por cambios físico químicos, las perturbaciones causadas por las intensas lluvias y posteriores inundaciones de terrenos aledaños.

A esto podemos añadir la bioturbación, producida por la actividad (alimentación, filtración, movimiento) de los organismos bentónicos, como peces, moluscos, crustáceos, larvas de insectos. Se sabe que esto influye en la remoción y propagación de contaminantes adsorbidos a partículas de sedimento, sobre todo los hidrofóbicos.

Cambios en el pH o la alteración del equilibrio entre los sedimentos y el agua superficial provocará la transferencia de masa en la interfase agua-sedimentos.

4.7. Factores que Modifican el Efecto de los Contaminantes sobre los Receptores

Esta sección tiene una relación muy estrecha con la anterior, en la que se mencionan los factores que determinan la movilidad del As, Cd y Pb, y los HTP; entre los diferentes compartimentos ambientales. Al influir en la manera como los CP se distribuyen en el ambiente, se está, indirectamente, considerando su forma química y, por lo tanto, su biodisponibilidad. Esta última característica es la que, finalmente, determina el efecto del contaminante en los receptores.

En la **Tabla 4-22**, se presentan los factores que modifican el efecto de los contaminantes sobre los receptores.

Tabla 4-22. Factores que Modifica el Efecto de los Contaminantes sobre los Receptores

Factor	Efecto sobre los Receptores	Descripción
Atenuación de los efectos de los hidrocarburos	Disminución del Efecto	Procesos como biodegradación, oxidación /reducción, fotólisis, entre otros modifican las propiedades iniciales de los hidrocarburos y pueden reducir sus efectos adversos sobre los receptores. Sin embargo, la mayoría de estos procesos requieren de largos periodos de tiempo y ciertas condiciones favorables. **Evaporación de fracciones volátiles**: Las fracciones de hidrocarburos F1 (>C6-C10) por su elevada presión de vapor a condiciones normales de temperatura y presión se volatilizan. **Fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40):** Químicamente son más estables que las fracciones F1, procesos bacterianos naturales pueden reducir las cadenas de átomos de carbono a cadenas más simples. El grado de degradación depende del tipo de bacterias nativas del suelo, pH, humedad, oxígeno, nutrientes del suelo. **Hidrocarburos aromáticos (BTEX):** Se caracterizan por tener una elevada presión de vapor por lo tanto bajo condiciones normales de presión y temperatura pasan de estado líquido a estado gaseoso.
Especiación de los metales pesados	Incremento o atenuación de la toxicidad	**Especiación de los metales pesados:** La toxicidad y movilidad de los metales pesados depende de la especiación química del metal pesado
Biodisponibilidad de los metales pesados	Disponibilidad del metal para ser absorbido	Propiedades del suelo que inciden en la biodisponibilidad: pH, capacidad de intercambio catiónico, potencial REDOX, contenido de materia orgánica en el suelo, tipo de arcilla, presencia de óxidos de Al, Fe, Mn.
Bioacumulación	Aumento del Efecto	**Bioacumulación**: Aumento de la concentración de una especie química en un organismo. Algunos metales pesados e hidrocarburos aromáticos son acumulados por organismos. Es por eso que pueden encontrarse concentraciones muy altas de estos elementos

Factor	Efecto sobre los Receptores	Descripción
		químicos en tejidos biológicos, aun cuando se hallen extremadamente diluidos en el medio acuático circundante.
Bioacumulación / Biomagnificación	Aumento del Efecto	**Biomagnificación**: Aumento de la concentración de una especie química a lo largo de la cadena trófica. La Biomagnificación se presenta en todos los metales pesados como As, Ba, Cr Total, Cr VI, Hg, Pb, e hidrocarburos aromáticos.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En los receptores los factores que modifican el efecto del As, Cd, Pb y HTP, son la edad, sexo, frecuencia de exposición y estadio o etapa de vida, el cual puede modificar la exposición, sensibilidad y riesgo. Como se mencionó en la descripción del escenario humano, la población de la CC.NN. Nuevo Porvenir, que transita por el área de influencia del Sitio S0104 (Botadero km 2), está constituida por hombres y niños, quienes transita por el área con una frecuencia entre 1 y 3 días.

4.8. Otros Factores de Estrés Diferentes a los Contaminantes Evaluados

En inmediaciones al área impactada, no se realizan actividades industriales relacionadas con la producción de petróleo, ni actividades de minería; las comunidades Nativas no realizan labores de agricultura en el área, las actividades que se realizan dentro del área de interés y en sus alrededores, están relacionadas con la caza, por lo tanto, no existen fuentes adicionales que puedan aportar contaminantes diferentes a los identificados en el modelo conceptual.

Es posible que factores geológicos e hidrogeológicos contribuyan a realizar el aporte de metales pesados como Arsénico y Mercurio que en su forma natural se encuentran en la corteza terrestre.

En los ecosistemas acuáticos, pueden existir factores de estrés complementario, como la turbidez y salinidad. La turbidez es producida por la materia orgánica proveniente de los vegetales, y por los sedimentos en suspensión. Esto impide la entrada de luz, y con ello, la fotosíntesis y productividad de los cuerpos de agua. En el tiempo, esto produce la disminución de oxígeno disuelto (mg/L) y la generación de condiciones anóxicas, sobre todo en la parte bentónica y zona inferior de la columna de agua, lo que afecta de manera negativa a la biota.

4.9. Factores Culturales y Sociales

Estos factores tienen relación con las creencias, costumbres, hábitos, conocimientos ancestrales y organización de las comunidades que se encuentran en el área de influencia de los puntos de muestreo. Entre ellos, los hábitos alimenticios están vinculados con las actividades de pesca, caza y colecta de plantas (semillas, tallos, hojas, frutos), que se realizan en zonas aledañas a las zonas de muestreo.

La frecuencia y el tipo de actividades varían entre las temporadas de vaciante y creciente, como en el caso de la pesca. En estos casos, la escasez del recurso ictiológico, priorizará la caza como fuente de proteínas.

En cuanto a la recolección de plantas, esta depende del uso que se les vaya a dar, pues no solo se realiza con fines alimenticios. Puede usarse con fines medicinales, repelentes o para consumo animal. Según la información colectada por la asistenta social, algunas de las prácticas relacionadas a la colecta de plantas se están perdiendo, lo que podría influir sobre la potencial exposición de los pobladores a los contaminantes.

Otro aspecto relacionado a la organización de las comunidades es la forma como se llevan a cabo las actividades de caza, pesca y colecta. En ellas participan, generalmente, los adultos. Sin embargo, también pueden hacerlo los niños. Este es otro factor que debe tomarse en cuenta al momento de analizar la potencial exposición, por vía oral o dérmica, de los grupos de niños y adultos.

4.9.1. Metodología del Levantamiento de la Información Social

La recolección de información social se desarrolló mediante la aplicación de cuatro (4) herramientas de carácter cualitativo y participativo, nos referimos a la entrevista, ficha comunal, mapa parlante y talleres o reuniones con los pobladores. El objetivo de la aplicación de estas herramientas era recabar información de fuentes primarias correspondientes al ámbito social, económico, cultural, geográfico entre otros que nos permitan conocer, analizar e interpretar la realidad social de la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir, así como también divulgar e informar sobre las actividades a realizar y los resultados de estas una vez fueron culminadas.

A continuación, se presentan las variables que consideraron las herramientas para el relevamiento de la información del componente social.

4.9.1.1. *Ficha Comunal*

Se elaboró un formato de relevamiento de información del componente social el cual contempla los Se elaboró un formato de relevamiento de información del componente social, el cual contiene los siguientes aspectos:

- Datos generales.
- Características de la comunidad.
- Religión.
- Características de la vivienda.
- Servicios básicos.
- Servicios públicos.
- Trabajos colectivos.
- Medios de comunicación.
- Vías de acceso a la comunidad.
- Infraestructura pública y productiva.
- Zona de interés público.
- Actividades económicas.
- Organización comunal.
- Otros aspectos.

En la **Tabla 4-23** , se presenta el contenido de la ficha comunal que se aplicó con la Comunidad durante las actividades de campo y en el **Anexo 6.12** la ficha diligenciada correspondiente.

Tabla 4-23. Contenido Ficha Comunal

Ítem	Preguntas Semiestructuradas
Datos generales	¿Cuál es el nombre de la comunidad? ¿A qué pueblo indígena u originario pertenece la comunidad? ¿Qué lenguas se hablan en la comunidad? ¿Cuál de ellas se habla con más frecuencia (poner en orden)? ¿A cuál federación pertenece la comunidad? Anexos o sectores ¿Cómo se organiza la comunidad?, ¿Qué anexos o sectores tiene la comunidad? ¿Cuántas familias / personas viven en la comunidad? ¿Cuántos comuneros hay en la comunidad? ¿Cuántas familias no son indígenas?
Características de la comunidad	Año de creación ¿En qué año se creó la comunidad? Situación jurídica actual

Ítem	Preguntas Semiestructuradas
	Tenencia de la tierra ¿Cómo se distribuye la tierra?
Religión	Evangélica, católica, adventista, ¿Otra?
Características de la vivienda	Paredes Techos Pisos
Servicios básicos	Agua para consumo Desagüe Energía eléctrica Manejo de residuos
Servicios públicos	Tipo de establecimiento (posta, centro educativo, botiquín comunal) Ubicación (en la comunidad o el más cercano) Estado Principales enfermedades en la comunidad Registro civil, Juzgado de paz
Trabajos colectivos	Nombre del trabajo Tipo de trabajo Actividades realizadas Frecuencia
Comunicaciones	Teléfono, Radio, TV, Internet
Vías de acceso a la comunidad	Localidad Tipo de vía Tipo de transporte Distancia
Infraestructura pública y productiva	Tipo Cantidad Frecuencia de uso
Zona de interés público (lugares de importancia con valor cultural y social)	Tipo y nombre Ubicación Uso Estado
Actividades económicas	Agricultura Ganadería Caza Pesca Comercio y servicios Empresas comunales
Organización comunal	Nombre de la autoridad principal Pueblo indígena Tiempo de gestión Tiempo de renovación

Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

4.9.1.2. *Entrevistas*

Para recolectar información de fuente primaria, se realizaron entrevistas en campo, dichas entrevistas estaban basadas en una serie de preguntas guía, (Ver **Anexo 6.12**) con el objetivo de relevar información general sobre la comunidad e identificar la percepción de los entrevistados sobre la problemática existente y la ejecución del proyecto. Previamente con la información recolectada con el APU se identificaron a los actores claves principales de la comunidad tales como la Madre Indígena, el Teniente Gobernador y el Agente Municipal, así mismo otras personas con diferentes roles en la comunidad (encargado puesto de salud o comerciante), a quienes se les realizo dicha entrevista (Ver **Fotografía 2-1**); así mismo, se realizaron otras entrevistas a pobladores de la comunidad y monitores ambientales, en la fase de reconocimiento cuya la información se registró por medio de un formato respectivo. Estos soportes se encuentran en el **Anexo 6.12.**

Fotografía 4-4. Entrevista con el APU y Junta Directiva
Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

4.9.1.3. *Mapas Parlantes*

Se desarrolló la técnica del mapa parlante con la participación de la Comunidad, esta técnica permitió que los pobladores participantes expresen y plasmen por si mismos toda la información necesaria de la comunidad y su entorno, lo cual nos permitió representar gráficamente a la comunidad y sus recursos, así como información socioeconómica, cultural entre otras. En mayor detalle, se pudo obtener la percepción de los pobladores respecto a la problemática ambiental, su relación con el entorno y el sitio impactado, logrando así ubicar espacialmente aquellas zonas de importancia para la comunidad (Zonas de Caza, Pesca, localización de zonas agrícolas y chacras, puntos de referencia), ubicación de infraestructura petrolera y la influencia que existe entre el sitio impactado y la comunidad nativa. Durante el ejercicio se logró recolectar información que posteriormente fue documentada para el proyecto.

De otra parte, es importante resaltar que los talleres realizados en la Comunidad, la participación en las charlas de seguridad, la participación en las charlas del código de conducta y otros espacios en los cuales participamos, representaron una fuente importante de información social; estas actividades se realizaron en la visita de reconocimiento, en la etapa de muestreo de la época húmeda y en la etapa de muestreo de la época seca. En dichos espacios se identificó la percepción de la comunidad sobre el trabajo a realizar y se recolectaron dudas o aportes de los pobladores.

4.9.1.4. *Talleres y Reuniones Informativas*

En la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir, se llevaron a cabo dos (2) Talleres de Difusión y dos (2) Reuniones Informativas, las cuales en orden cronológico se describen a continuación, relacionando los principales objetivos de cada espacio. Así mismo en el **Anexo 6.12** se encuentra el registro fotográfico de estas actividades de divulgación e información con la comunidad, así como también se encuentran las respectivas actas generadas.

- En el mes de enero del año 2018, se realizó la primera Reunión Informativa para dar inicio a la fase de reconocimiento, en la cual se realizó la presentación del grupo técnico del Consorcio CEV a la comunidad y se explicaron cada una de las actividades a desarrollar consistentes en el levantamiento de información primaria de cada uno de los sitios impactados y su relación con la Comunidad Nativa.

- En el mes de abril de 2018, se desarrolló el Taller de Ingreso, previo al muestreo de época húmeda, el cual consistió en dividir el auditorio en cuatro (4) grupos por cada área técnica (una de suelo y Sondeo Eléctrico Vertical, otra de perforación y agua subterránea, otra para agua superficial y otra para fauna y flora), en los cuales se explicaban sus actividades paso a paso con diagramas plasmados en papelotes construidos en equipo; posteriormente un líder comunero de cada grupo, divulgo al resto de los asistentes de la comunidad, los principales aspectos que realizaría cada frente de trabajo en cada uno de los componentes a muestrear de los sitios impactados.

- El tercer espacio llevado a cabo en el mes de agosto de 2018, fue la Reunión Informativa desarrollada para divulgar los resultados del muestreo de época húmeda e informar las actividades propias de la siguiente fase correspondiente al muestreo de época seca.

- En el mes de Julio de 2019, se llevó a cabo el Taller de Salida, que consiste en la socialización de los resultados finales de la caracterización del sitio impactado y la presentación oficial de la alternativa de remediación definida, conformando así la divulgación del Plan de Rehabilitación.

Otros espacios de participación con la comunidad fueron las charlas diarias de seguridad, la actividad lúdica por la celebración del día de trabajo y en general las actividades propias relacionadas con las labores diarias de cada frente de trabajo, los cuales generan una interacción entre comuneros y grupo técnico sirviendo también como fuente importante de información social.

4.9.2. Demografía y Población

Según el Sistema de Consultas de centros Poblados del Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI, la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir registra una población censada de 300 habitantes, distribuidos en 50 viviendas. Por nuestra parte y según la ficha comunal aplicada durante nuestra visita de campo, registramos la cantidad de 300 habitantes. Está reconocida como Comunidad Nativa por el Ministerio de Cultura con referencia a la Resolución Directoral N.º 306-098-MINAG-DRA. Pertenece a la etnia quechua. Su territorio se encuentra saneado con el título de propiedad N.º 007-2014-GRL-DRA-L, otorgado por la Dirección Regional de Agricultura de Loreto.

En la **Tabla 4-24**, se muestran las distancias entre el Sitio S0104 (botadero km 2) y la Comunidad Nativa de Nuevo Porvenir.
En el **Anexo 6.2**, se encuentra el mapa con la ubicación de la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir del Sitio S0104 (Botadero km 2).

Tabla 4-24. Ubicación del Sitio Respecto a la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir

Ubicación del Sitio en Relación a la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir				
N°	**Nombre del Sitio Impactado - FONAM**	**Código del Sitio Impactado - OEFA**	**Distancia en Línea Recta a la CC.NN. Nuevo Porvenir**	**Distancia Por Acceso Terrestre a la CC.NN. Nuevo Porvenir**
1	Botadero km 2	S0104	3,3 km Dirección Suroeste	8,9 km

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

4.9.2.1. *Información General de la Comunidad*

La información referente a la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir se generó mediante la intervención directa en campo, en la cual se recabó información de carácter o fuentes primarias, también se recurrió a la búsqueda de información o fuentes de carácter secundario, existes en documentos de consulta e internet.

Nuestra intervención se basó en la Guía de Relaciones Comunitarias, Sub Sectores Electricidad, Hidrocarburos y Minería del Ministerio de Energía y Minas, en los cuales se establecen los procedimientos de acercamiento recomendable respecto a una comunidad o población, los cuales se

desarrollaron con éxito para el acopio de información social, visitas y entrevistas a las autoridades comunales y otros de interés del proyecto que nos permitieron generar la siguiente información:

- **Pueblo Indígena**: Quechua
- **Grupo étnico**: Quechua
- **Lengua indígena**: Quechua

- **Organización**: FEDIQUEP – Federación Indígena Quechua del Pastaza.

- **Situación jurídica**: Título de propiedad Nº 007-2014-GRL-DRA-L, otorgado por la Dirección Regional de Agricultura de Loreto.

- **Ubicación**: La Comunidad Nativa Nuevo Porvenir se ubica en el Distrito de Andoas, Provincia Datem del Marañón, Departamento y Región Loreto.

- **Población**: Fuente: INEI, Sistema de Consultas de Centros Poblados - 300 habitantes

  Fuente: Ficha Comunal – Censo interno - 300 habitantes.

- **Tradiciones**: Practican técnicas ancestrales y tradicionales de caza y pesca, así como la

  medicina tradicional con plantas curativas.

- **Religión**: Las personas de la Comunidad en su mayoría profesan la religión evangélica, muestra de ello es la existencia de un templo donde se reúnen y realizan su culto; también se identificaron algunos pobladores que profesan la religión católica pero no cuentan con una iglesia.

4.9.3. Espacios Educativos

En la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir se ubica la Institución Educativa N.º 601529, en la cual se imparte la educación en los niveles inicial y primaria, registra una población estudiantil de 53 alumnos y 3 docentes. En el nivel inicial se contabilizan 22 alumnos y un docente, mientras que en el nivel primaria se contabilizan 31 alumnos y dos docentes, ambos niveles son de genero mixto. Los alumnos que acceden al nivel secundaria deben trasladarse hasta la comunidad vecina de Nuevo Andoas, algunos estudiantes de la Comunidad que cuentan con medios económicos, se trasladan hasta las ciudades de Iquitos o Lima para estudiar la secundaria y/o estudios superiores.

El Programa de Educación Intercultural Bilingüe está presente en la Institución Educativa N.º 601529, es por ello que la UGEL – Alto Amazonas, ubicada en la ciudad de San Lorenzo, capital de la provincia del Datem del Marañón, designa maestros bilingües (castellano-quechua) para ambos niveles.

El Programa Alimentario Escolar Qali Warma, está presente en la Institución Educativa N.º 601529, donde provee de desayunos y almuerzo a los escolares. Por su parte los padres de familia afirman que existen problemas con la calidad de los productos y la insuficiencia de los mismos. Al interior de la Comunidad se identificó el Club de Madres, organización encargada de la preparación y conservación de los recursos entregados por el programa Qali Warma, las mujeres integrantes se organizan diariamente para turnarse en la cocina y brindar la alimentación a los niños; factor que estimula la asistencia regular a clases. la escuela cuenta con Asociación de Padres de Familia (APAFA), quienes reciben los alimentos en la comunidad y son responsables de su disposición final.

Respecto al programa de Educación Intercultural Bilingüe (EIB), existe un cierto malestar en la gran parte de los padres de familia con relación a los docentes o maestros quechuas que designa la UGEL–Alto Amazonas, quienes en su mayoría son "mestizos" pues no son originarios de su etnia o cultura.

Respecto a la infraestructura y funcionamiento de la institución educativa se determino que hacen uso de aulas multigrado, en el cual existe un notorio deterioro de las instalaciones.

De acuerdo a la opinión general de padres de familia y docentes, se verifica que los resultados de la educación del ámbito de diagnóstico son deficientes. Las principales causas identificados asociados al problema del aprendizaje en la Comunidad Nativa Titiyacu son: desnutrición crónica, número de profesores reducido con respecto a la población estudiantil, infraestructura inadecuada y útiles escolares deficientes.

Con respecto a la transmisión indígena del conocimiento, el cual es un aprendizaje vivencial que parte de los conocimientos colectivos que cada individuo incorpora, se puede afirmar que la educación indígena tradicional se basa en experiencias vividas, por lo tanto, se transmite principalmente a partir del aprender haciendo (Mayor Aparicio & Bodmer, 2009)[25], es por esto que los padres transmiten las enseñanzas ancestrales a sus hijos desde muy temprana edad, en un primer momento desde los cero a los seis años están bajo el abrigo de la madre, quien les dotara de los conocimientos de las tareas de la casa y ayudar en las tareas hogareñas y de las actividades de siembra y cosecha en la chacra. Luego pasan al abrigo del padre, quien transmite las habilidades de caza, pesca y en general destrezas relacionadas con la vivencia en selva, invitando al niño a acompañarlo a estas actividades, con el fin que se interioricen de forma práctica.

Este traslado de conocimiento ancestral o de destrezas de la vivencia en selva, es integro como, por ejemplo, el conocer cómo identificar una buena vara de yuca, hasta como reconocer plantas medicinales, arboles maderables y frutales, tipos de pescados, animales de monte, formas de tránsito en bosque y rio, además de fomentar valores para su vida cotidiana, así como también cual debe ser su comportamiento al interior de la comunidad para evitar exponerse a una sanción. (Rafael Karsten, Segunda edición 2000).

A continuación, en la **Tabla 4-25**, se relaciona los datos demográficos de la población de Nuevo Porvenir a nivel educativo.

Tabla 4-25. Distribución de Población Escolar y Características de Instituciones Educativas

Comunidad	Nivel	N° de Alumnos	N° de Profesores	Característica	Bilingües	Tipo de Infraestructura
CC.NN. Nuevo Porvenir	Primaria	31	2	Polidocente / Multigrado	Si	Material Noble
	Inicial - Jardín	22	1			

Nota: Consultado en enero 2019 en http://escale.minedu.gob.pe/uee/-document_library_display/GMv7/view/5139631
Fuente: Tomado de Estadística de la Calidad Educativa - Escale, 2018.

4.9.4. Salud

La Comunidad Nativa Nuevo Porvenir no cuenta con un establecimiento de Salud en su jurisdicción, los pobladores que requieran de este servicio, deben trasladarse hasta la Comunidad vecina Nuevo Andoas, donde se ubica el Puesto de Salud más cercano, perteneciente a la Microred y Red de Salud Datem del Marañón - San Lorenzo, con categoría I-I; este establecimiento cuenta con un (1) médico y dos (2) enfermeras, el segundo centro es la Unidad Médica de la empresa operadora la cual atiende solo a emergencias, ubicada en las instalaciones del lote 192 (Ex lote 1AB), que actualmente apoya de manera limitada.

La Comunidad no cuenta con una hidroambulancia, para lo cual se recurre al operador del lote o alguna empresa contratista para las evacuaciones de emergencia médica. También se presentan casos por problemas infecciosos del grupo IRA (Infecciones Respiratorias Agudas) y EDA (Enfermedades Diarreicas Agudas), en niños menores de cinco (5) años; esta última podría estar asociada a factores del entorno (disposición inadecuada de residuos y/o presencia de vectores) y el

[25] Pueblos Indígenas de la Amazonia Peruana, Pedro Mayor Aparicio – Richard Bodmer, 2009.

consumo de agua no tratada, como también a posibles deficiencias en la higiene de preparación de alimentos y/o lavado de manos, asociado a la ausencia de un eficiente sistema de desagüe y tratamiento de aguas residuales domésticas.

La situación relacionada con las Enfermedades Diarreicas Agudas (EDA), fue evidenciada en el año 2014 con la Declaratoria de Emergencia Sanitaria, Decreto Supremo No. 006-2014-SA, formulada para las cuencas de los ríos Pastaza, Corrientes y Tigre, que evidencio la carencia de sistemas de abastecimiento de agua apta para el consumo humano en diversas localidades dentro del ámbito territorial o que, contando con dichos sistemas, no estaban funcionando adecuadamente, lo que conllevo a que la población consumiera agua que mostraba valores que no cumplían los límites máximos permisibles para el consumo humano, de conformidad con lo establecido en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

En las poblaciones indígenas la relación entre salud y enfermedad ha estado vinculada a procesos curativos efectuados por curanderos, chamanes y especialistas locales con conocimiento en el uso de plantas medicinales. Así mismo, son las madres y las abuelas quienes manejan un conocimiento de plantas y otros recursos curativos para enfermedades no tan graves y cotidianas (PNUD, 2018)[26].

En la **Tabla 4-26**, se presentan las enfermedades que se tratan en el puesto de salud Nuevo Andoas. Esta información se recolecto en campo por medio de la ficha comunal en época húmeda.

Tabla 4-26. Enfermedades Tratadas en Puesto de Salud "Nuevo Andoas"

Puesto de Salud Nuevo Andoas	
Ítem	**Descripción**
Morbilidad	- IRAs, EDAs, malaria, VIH, sífilis, hepatitis B, el índice de desnutrición alcanza el 80% en niños. - Se registraron casos de diarreas severas por ingesta de pescado contaminado.
Salud infantil	- Gracias al Programa Juntos, las madres acuden de manera regular al control de rutina de sus niños. - Alta desnutrición y anemia infantil; alimentación rica en carbohidratos (yuca), poca carne y verduras.

Nota: Consultado durante la visita a campo en época húmeda abril, 2018.
Fuente: Información recabada del Puesto de Salud "Nuevo Andoas", 2018.

4.9.5. Servicios Básicos

4.9.5.1. *Características de las Viviendas*

En las viviendas de la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir predomina el uso de la madera, como materia prima principal para la construcción de las paredes, techos y pisos. Una característica general que presentan la totalidad de las viviendas, es la elevación de sus pisos con relación al nivel del suelo, en la cual se puede notar una altura aproximada de hasta un (1) metro, los pobladores indican que esta es una medida preventiva para protegerse de las crecidas de ríos u otros factores del clima. Los techos de las viviendas son generalmente de calaminas, hojas de palmeras o madera. El interior se caracteriza por presentar un espacio amplio ubicado al ingreso o entrada de la vivienda, la cual en su mayoría se utiliza como almacén de alimentos no perecibles, herramientas, entre otros. Seguido se ubican las habitaciones y en espacios independientes encontramos los servicios higiénicos y la cocina, que están más relacionados con las huertas de las viviendas, donde realizan el lavado de prendas.

De acuerdo con la información recolectada se observó que los materiales de construcción de mayor uso en las viviendas son:

- **Paredes:** Elaboradas en su mayoría de madera.

[26] Estudio Técnico Independiente, ETI – Numeral 4.10 Salud, 2018.

- **Techos:** En su mayoría son cubiertos por planchas de calamina, hojas de palmera o madera.
- **Pisos:** Son de madera, elevado con relación al nivel del suelo.

Si bien las viviendas carecen de ciertos servicios básicos, la provisión permanente de electricidad, facilita el uso de televisores con antena de cable, radios utilizados para escuchar música ya que la sintonía de emisoras es de baja calidad y celulares.

Cabe destacar que dentro del concepto indígena la vivienda no se limita específicamente al conjunto habitacional; este se extiende al territorio de la comunidad en general, el cual es su "vivienda" donde se desarrollan sus actividades cotidianas y de interacción con demás pobladores y elementos del entorno.

Para las poblaciones indígenas amazónicas, los territorios constituyen hábitats integrales donde el medio ambiente y las prácticas culturales se articulan para su subsistencia. Ellas dependen directamente de las tierras para desarrollar sus diferentes actividades productivas y simbólicas. Para los indígenas Quechua, Achuar y Kichwa del Pastaza, Corrientes y Tigre, los territorios donde habitan y han habitado están intrínsecamente relacionados con sus modos de vida y cosmovisión (PNUD, 2018)[27].

Para los indígenas el territorio es el embrión que dio origen a la existencia de pueblos con culturas e identidad propia. Si no tienen territorio, se consideran pueblos indígenas sin vida y, por tanto, sentenciados a ser exterminados (Pedro Mayor Aparicio – Richard Bodmer, 2009).

4.9.5.2. *Agua y Saneamiento*

En la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir el sistema de saneamiento básico carece de conexiones de agua potable, desagüe y sistema de disposición de residuos. La falta de tratamiento al agua destinada para el consumo humano (preparación de alimentos y aseo personal), fomenta la alta incidencia en enfermedades gastrointestinales.

La comunidad cuenta con un punto de agua tratada instalado por la empresa INCLAM el año 2015, en el marco del Programa de Saneamiento Rural (PNSR) del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. La captación de agua es del río Pastaza, el cual se bombea hacia la planta de tratamiento operada por INCLAM, esta a su vez es destinada como agua tratada a la población a través de piletas de agua.

Las familias de la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir manifestaron que cuentan con agua para consumo humano, la cual obtienen directamente desde las piletas cercanas a sus domicilios, estas son empleadas para el lavado de servicios de cocina y otros de uso doméstico, algunas familias realizan el consumo directo de la fuente y solo algunos usan desinfección del agua mediante la aplicación de cloro.

Los desagües de las viviendas están conectados mediante tuberías que desembocan directamente al río Pastaza, la mayoría de las viviendas cuentan con servicios higiénicos en sus domicilios.

4.9.5.3. *Electrificación*

Durante el periodo de permanencia de la empresa Pluspetrol, la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir, se abastecía de energía mediante un generador independiente, la instalación y conexiones domicilias fueron realizadas por el Gobierno Regional de Loreto. Los comerciantes locales (tiendas, bodegas o establecimientos) pagaban un monto de 10 soles mensuales por consumo de energía, mientras que los moradores de las viviendas aportaban 5 soles, estos pagos se destinaban al mantenimiento del sistema o red.

[27] Estudio Técnico Independiente, ETI – Numeral 4.4 Comunidad y Territorio, 2018.

En la actualidad la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir, se abastece de energía eléctrica las veinticuatro (24) horas del día a través del sistema eléctrico de la Empresa Operadora del Lote 192 (Ex lote 1AB). Este servicio solo beneficia a las comunidades de Nuevo Porvenir, Nuevo Andoas y Los Jardines. En el sitio S0104 (Botadero km 2) no se cuenta con energía eléctrica.

4.9.6. Comunicación

La Comunidad Nativa Nuevo Porvenir cuenta con señal celular óptima de los operadores Claro y Movistar. La mayoría de familias cuenta con equipos de radio televisor y comunicación celular, no cuentan con acceso a internet.

A continuación, en la **Tabla 4-27**, se presenta información acerca de las opciones o infraestructura de comunicación en la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir.

Tabla 4-27. Medios de Comunicación en la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir

Comunidad Nativa	Comunicaciones			
	Señal de Celular (Voz)	Internet	Radio	Televisión
Nuevo Porvenir	Movistar Claro	No	Se sintonizan RPP Noticias. Mayoría de familia tiene equipo (música con USB).	Se sintoniza con cable Direct TV. Mayoría tiene equipo.

Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

4.9.7. Vías de Transporte

La comunidad de Nuevo Porvenir cuenta con las siguientes vías de transporte:

- **Vía Aérea**: La comunidad de Nuevo Porvenir para poder hacer uso de la vía aérea como vía de transporte, debe emplear el aeropuerto, que forma parte de las instalaciones del Lote 192 (Ex lote 1AB), el cual está ubicado en la Comunidad Nativa de Nuevo Andoas. En la actualidad la empresa operadora Frontera Energy contrata con la Aerolínea LCP Perú dos vuelos semanales programados los días lunes y viernes, para el traslado de su personal. Conforme a los acuerdos firmados con las comunidades del área de influencia directa; la empresa otorga cupos de vuelo gratuitos a la comunidad en coordinación con las autoridades comunales.

  La unidad aérea parte de la ciudad de Lima con destino a la Comunidad Nativa Nuevo Andoas en un viaje que dura dos (2) horas de vuelo aproximadamente, luego se dirige a la ciudad de Iquitos en un viaje que dura una (1) hora de vuelo aproximadamente, luego retorna a la comunidad de Nuevo Andoas, y finalmente a la ciudad de Lima.

- **Vía Fluvial**: Es la principal vía de conexión entre el distrito Andoas y la capital de la provincia San Lorenzo, las ciudades de Yurimaguas e Iquitos. El eje principal está formado por los ríos Marañón y Pastaza navegables durante todo el año. El tiempo de navegación entre San Lorenzo y Andoas es de 9 horas en un deslizador de motor 150HP a 200HP y de hasta 3 días en un motor peque de 15HP.

  Durante la época húmeda (creciente), la cual inicia en abril-mayo, se inundan extensas áreas de selva baja debido a su cauce inestable, con frecuencia abandonan el antiguo cauce, abriendo otro nuevo. Los cauces abandonados originan lagos en formas de herraduras, tiene abundante caudal garantizando la navegación.

  Durante la época seca (menos húmeda - vaciante), que corresponden a los meses entre julio y septiembre, la condición de navegación en los ríos es variable y estacional, presentando las mayores restricciones, que a su vez significa mayores costos sea por pérdida de tiempo en

navegación, posibles daños a las naves, pérdida de profundidad en los canales de acceso a los puertos, etc.

- **Vía Terrestre**: El transporte al interior de las comunidades se da por las vías terrestres existentes, las cuales fueron construidas por la empresa operadora para el acceso a las instalaciones industriales tales como baterías y locaciones o pozos. Dichas vías se ven deslucidas con el alto tráfico de vehículos, maquinaria pesada o las condiciones climáticas, pues en época de lluvias en algunos sectores no se puede transitar o se dificulta el tránsito. A las comunidades vecinas tales como Nuevo Andoas, el traslado es en unidades vehiculares (camionetas o motocar) con un tiempo estimado de 15 minutos y a la Comunidad Nativa de Los Jardines se estima un tiempo de 35 minutos. Adicionalmente existe una vía nacional que comunica las cuencas Pastaza, Corrientes y Tigre con sus respectivas comunidades. Desde Nuevo Andoas hasta la comunidad de Olaya existe una distancia de 59 km, y hasta la comunidad 12 de octubre existe una distancia de 119 km. Esta vía no es transitable durante todo el año, en época de lluvias no es posible el tránsito de vehículos en ciertos sectores de la vía.

4.9.8. Aspectos Económicos

Las principales actividades desarrolladas por la Comunidad son:

4.9.8.1. *Agricultura y Ganadería*

Una de las actividades a la que se dedica la comunidad es la agricultura, que brinda a las familias el abastecimiento de alimentos de sustento.

La agricultura es la actividad económica de mayor importancia realizada por los pobladores de la Comunidad. La importancia de esta actividad radica en que brinda a las familias locales los principales insumos que forman parte de su alimentación diaria, siendo, además, una actividad que les genera ingresos económicos cuando comercializan sus productos. Sin embargo, por el método de apertura de las áreas para cultivo, se producen impactos negativos por la constante práctica del "tumba, roce y quema" de árboles y arbustos con el fin de ampliar los terrenos para el cultivo.

Los principales productos agrícolas que se cultivan son: Yuca, plátano, maíz, tomate, respecto a los frutales que se cultivan tenemos: Plátano, limón, toronja, cocona y papaya. De todos ellos la yuca y el plátano, mayormente crecen casi de manera silvestre, resultan ser el alimento base de la mayor parte de la comunidad, sobre todo, de aquellas familias de bajos recursos. La mayor parte de la producción está destinada al autoconsumo y en algunos casos para su comercialización; en este último caso, los productos y subproductos que se comercializan se efectúan en la Comunidad nativa de Porvenir.

Otra actividad predominante es la ganadería (vacas y chanchos) y la crianza de animales menores, principalmente aves de corral como: pollos, patos y gallinas; orientada esencialmente al autoconsumo y en ciertos casos al comercio dentro de las mismas comunidades y entre ellas.

La actividad ganadera que se practica en la zona es limitada. Los bajos precios y la difícil accesibilidad a los mercados, hacen que esta actividad no sea rentable.

El Fondo de Cooperación para el Desarrollo – FONCODES, el cual es un programa perteneciente al Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social - MIDIS, está presente en la comunidad nativa Nuevo Porvenir desde el año 2014, ejecutando el programa especial Noa Jayatai, que significa "vamos a crecer", a través de este programa se ha favorecido a muchas familias en condiciones de pobreza y extrema pobreza, dotándolas de animales menores o aves de corral (gallinas y patos), cabezas de ganado vacuno, proyectos agrícolas, emprendimiento y otros conocimientos relacionados con la actividad económica.

PEDAMAALC inicia sus actividades en la comunidad nativa Nuevo Porvenir en el año 2015, con la implementación del proyecto "Mejoramiento De La Productividad Agropecuaria Mediante El Fortalecimiento De Capacidades Y Transferencia Tecnológica En 35 Comunidades Nativas De Las Cuencas De Los Ríos Pastaza, Tigre, Corrientes Y Marañón De La Región Loreto", proyecto que la fecha sigue en ejecución, mediante la dotación de cabezas de ganado vacuno, capacitaciones, habilitación de áreas de cultivos, transferencia tecnológica y otros aspectos relacionados a la forestación y reforestación en las comunidades involucradas.

La crianza de animales menores como pollos, gallinas y patos es una actividad que se practica de manera particular por las familias para asegurar la fuente de alimento, es destinada para el autoconsumo, sin embargo, en algunas oportunidades son destinados para la venta constituyendo una fuente de ingreso complementario.

La crianza de animales se realiza dentro del área de la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir, distantes de al sitio S0104 (Botadero km 2), el ganado se encuentra en corrales y los animales menores (gallinas, patos) en la huerta de sus viviendas.

4.9.8.2. *Caza*

Otra actividad es la caza de animales de monte destinada a obtener carne para la alimentación familiar. Los animales que acostumbran cazar son: Monos, sajino, venado, majaz o picuro y aves.

Las principales zonas para la actividad de caza son las áreas de bosques de la carretera central, que abarcan para la caza desde el km 4 hasta el km 22 de la cuenca del Pastaza, la mayoría tiene que trasladarse hacia zonas lejanas (adentrarse en el monte – carretera principal) lo cual implica un mayor tiempo y energía a emplear.

Por otro lado, la actividad de la caza es realizada para abastecerse de carne que complementa la dieta alimenticia de la comunidad. Los principales instrumentos empleados para cazar son: La flecha, la retrocarga y la trampera. El Sitio S0104 (Botadero km 2) se encuentra dentro del área donde se realizan actividades de caza por parte de la población.

Se resalta el hecho de que en los últimos años tanto la caza como la pesca se han convertido en actividades complementarias para la economía de las familias.

4.9.8.3. *Pesca*

En la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir la pesca es una esta actividad se realiza en los ríos mayores (río Pastaza), menores, quebradas y cochas; para realizar la actividad de pesca se emplean herramientas tradicionales como el anzuelo, atarraya y red; entre las especies pescadas con mayor frecuencia figuran el boqui chico, la palometa, lisa, fasaco, doncella, dorado y sábalo. No obstante, en los cuerpos de agua estacionales que se encuentran en el sector del Sitio S0104 (Botadero km 2) no se realiza la pesca.

La cuenca donde los comuneros practican la pesca es el rio Pastaza, en los cuerpos de agua estacionales que se encuentran en el sector del Sitio S0104 (Botadero km 2) no se practica la pesca.

De acuerdo a la información suministrada por Sr. Saulo Cachay Ramírez – monitor ambiental de la zona, el río Pastaza es la principal cuenca de donde los comuneros obtienen sus alimentos ricos en proteínas. Sin embargo, se debe tener en cuenta que, en los últimos años, según lo comentado por el monitor ambiental, la cantidad de especies de peces han disminuido considerablemente debido al impacto producto de la actividad petrolera en las zonas de pesca.

La actividad de la pesca se desarrolla de una manera artesanal, esta práctica se desarrolla principalmente para autoconsumo, las herramientas tradicionales utilizadas son (anzuelo, atarraya, red). Por otra parte, algunos pobladores minoritarios que se dedican a esta actividad utilizan el

barbasco (veneno natural para los peces) como método de pesca efectivo, el uso del barbasco lo emplean en las cochas de la zona, los moradores son conocedores de que este método de pesca no es apropiado, sin embargo, el porcentaje del uso de este veneno es mínimo, no afecta la mortalidad de otras especies, por esta razón no genera desequilibrio en el ecosistema ya que es una planta natural, y su uso es mínimo para la pesca.

Las actividades de pesca son realizadas por los comuneros, en los espacios diferentes a los que se trabajan en la empresa comunal.

4.9.8.4. *Recolección*

En la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir se realiza la colecta de hojas, flores, raíces, tallos, cortezas y frutos silvestres para la preparación remedios y se administran en forma de infusiones, cocimiento, frotaciones, emplastos; por ejemplo, se emplean como expectorante el limón ajo y otros; como sudorífico la zarza parrilla; diuréticos como la cola de caballo, mate de cebada tostada; los reguladores de la bilis son; la alcachofa, diente de león, Romero y otros, estimulantes como la coca; alucinógenos como el floripondio, ayahuasca, etc. Las especies de plantas medicinales son silvestres por lo tanto estas crecen naturalmente, y de acuerdo a las entrevistas y avistamientos en campo, se constató que existen especies de plantas medicinales en el Sitio S0104 (Botadero km 2).

4.9.8.5. *Comercio*

Otra actividad que se realiza en la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir es el comercio, resalta la venta de abarrotes y la venta de comida.

Los pobladores de las comunidades cercanas, incluyendo la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir, venden sus productos (agrícolas, de caza, de pesca) a los comerciantes de Nuevo Andoas.

Según lo manifestado en el Estudio Técnico Independiente – ETI, las poblaciones nativas comienzan a asentarse de manera más permanente cerca de las áreas de operaciones petroleras (campamentos y baterías de producción), a fin de tener acceso a bienes manufacturados, empleos esporádicos y servicios. Así se configura una concentración moderada de población en sitios como Nuevo Andoas, conformando centros poblados y comunidades nativas (PNUD, 2018)[28].

Los comerciantes locales y de las comunidades cercanas se trasladan por el río Pastaza hacia las comunidades Nativa Nuevo Andoas en embarcaciones pequeñas con motor. Para la comercialización de productos, no se transita por el Sitio impactado S0104 (Botadero km 2).

4.9.8.6. *Empresa Comunal*

La Comunidad Nativa Nuevo Porvenir cuenta con la Empresa Comunal Porvenir de Responsabilidad Limitada (ECOPOR), que genera puestos de trabajo para los moradores y en algunos casos para terceros.

ECOPOR está conformada por socios y es administrada por una gerencia encargada de realizar las gestiones para la celebración de los contratos de servicios con la empresa operadora. En el caso de los contratos laborales para la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir, estos tienen una duración de 28 días y pueden ser renovables y son rotativos entre todos los moradores. Las principales actividades a las que se dedican son: El chaleo (cultivos de malezas), mantenimiento de áreas con malezas, soldadura de unidades vehiculares y tala de árboles.

Estos trabajos lo realizan para las empresas que la requieran a través de la empresa Comunal llamada, Empresa Comunal Porvenir de Responsabilidad Limitada (ECOPOR), la empresa operadora

[28] Estudio Técnico Independiente, ETI – Numeral 4.4 Comunidad y Territorio, 2018.

hace uso de estos servicios para el mantenimiento de las áreas donde tienen actividad de hidrocarburos.

4.9.9. Prácticas Culturales

La Declaración Universal sobre la Diversidad Cultural de la UNESCO define cultura como *"conjunto de rasgos distintivos espirituales y materiales, intelectuales y afectivos que caracterizan a una sociedad o a un grupo social y que abarca, además de las artes y las letras, los modos de vida, las maneras de vivir juntos, los sistemas de valores, las tradiciones y las creencias"*.
A partir del concepto de cosmovisión, la cultura es el conjunto de pensamientos, creencias, y prácticas que un grupo maneja para organizar su existencia y orientar su destino. (Pedro Mayor Aparicio – Richard Bodmer, 2009).

Así entonces en la Comunidad Nativa la riqueza cultural, radica en los mitos y leyendas que en los comuneros más ancianos se mantienen y con respecto a los valores morales y éticos, la relación con la tierra, sus cultivos, los bosques, los animales y las creencias son reconocibles entre los comuneros. Esto se evidencio a partir de las entrevistas desarrolladas y en lo observado en las semanas de trabajo e interacción con la comunidad, así como también en la relación laboral con los trabajadores comuneros que hicieron parte de cada grupo técnico.

También se evidencio que una práctica común dentro de la economía solidaria de la comunidad es la labor que realizan por medio de la *minga*, que consiste en realizar un trabajo compartido para el bien común de la comunidad o de la familia y tiene carácter voluntario y recíproco (ETI – Numeral 4.6 Comunidad y Territorio, 2018). Las *mingas* las realizan o para la limpieza de algún sector de la comunidad o construir y/o reparar alguna estructura. Esta actividad comunal, así como las reuniones familiares, pueden venir acompañadas de una práctica cultural importante para los comuneros que es la preparación y consumo en grupo del *masato*; bebida fermentada a partir de la consecución de yuca, más ciertas cantidades determinadas de agua.

Con respecto a los cantos, músicas y bailes ancestrales, se evidencio que en cierta medida en los jóvenes principalmente, han venido desapareciendo, por el ingreso de los ritmos occidentales, así como los ritos y tradiciones, los cuales han sido en la actualidad cristianizados.

Por otro lado, la diversidad cultural de la comunidad está relacionada con los espacios naturales, lo que a su vez se responde a las modalidades económicas que han venido incorporando las comunidades, teniendo en cuenta la agricultura, ganadería, caza, pesca, recolección y comercio. A pesar de que la influencia de estos nuevos sistemas socio-económicos ha provocado en las sociedades indígenas un cambio en su cultura y su patrón de vida, la relación esencial entre estas comunidades y la biodiversidad de la selva amazónica continúa siendo de vital importancia para su cultura y sus modelos socio-económicos (Moran, 1993)

Por último, otra práctica que hace parte de la cultura de las comunidades y se mantiene actualmente es el transito fluvial que conectan las comunidades, siendo la navegación de los ríos una de las principales prácticas ancestrales. Estas actividades fluviales sirven de integración y son comunes entre comunidades y en algunos casos para compra de materiales, comercio e intercambio de productos de pan llevar cuando hay escases de alimentos. Por esto se afirma que la hidrografía de la cuenca, "es un factor muy importante en el desarrollo cultural de la zona, especialmente por el establecimiento de redes o circuitos de intercambio de bienes que, aprovechando estas rutas de comunicación fluvial, conectaron no solo a los grupos humanos de la Amazonía, sino también entre los grupos de las sociedades de los Andes y la costa con la Selva, en todas las direcciones" (Rivas, Medina, Abanto, Río y Caldas; 2008).

Para el Sitio S0104 (Botadero km 2), se desarrolla la actividad de caza, mas no de pesca, mencionados en el numeral **4.9.8.2 y 4.9.8.3.** Durante el estudio realizado se conoció que no se realizan actividades recreativas y culturales en el sitio.

4.9.10. Grupo de Interés

4.9.10.1. *Identificación de Actores Sociales*

Los actores sociales están constituidos por: Representantes municipales, los cuales están acreditados por la actual gestión, dirigentes de comunidades nativas (APU, agente municipal, teniente gobernador) afiliados en su mayoría a federaciones indígenas representadas por sus presidentes y asesoradas por profesionales técnicos y legales externos.

En la comunidad nativa de Nuevo Porvenir se desarrolla continuamente la asamblea comunal, en el que se convoca a todos los moradores, esta actividad se celebra "por oportunidad / ocasión"; en especial a la partida o llegada del viaje de sus autoridades para la rendición de las gestiones realizadas o por organización de algún evento particular (faenas para inicio de clase, aniversario de la comunidad, llegada de alguna autoridad estatal).

Además de los actores sociales representantes del MIDIS, GOREL y MINAGRI, quienes buscan articular en conjunto las principales estrategias nacionales en materia de inclusión social y desarrollo hacia la Comunidad de Nuevo Porvenir. En la **Figura 4-3**, se presenta la relación entre los actores sociales de la Comunidad Nativa de Nuevo Porvenir.

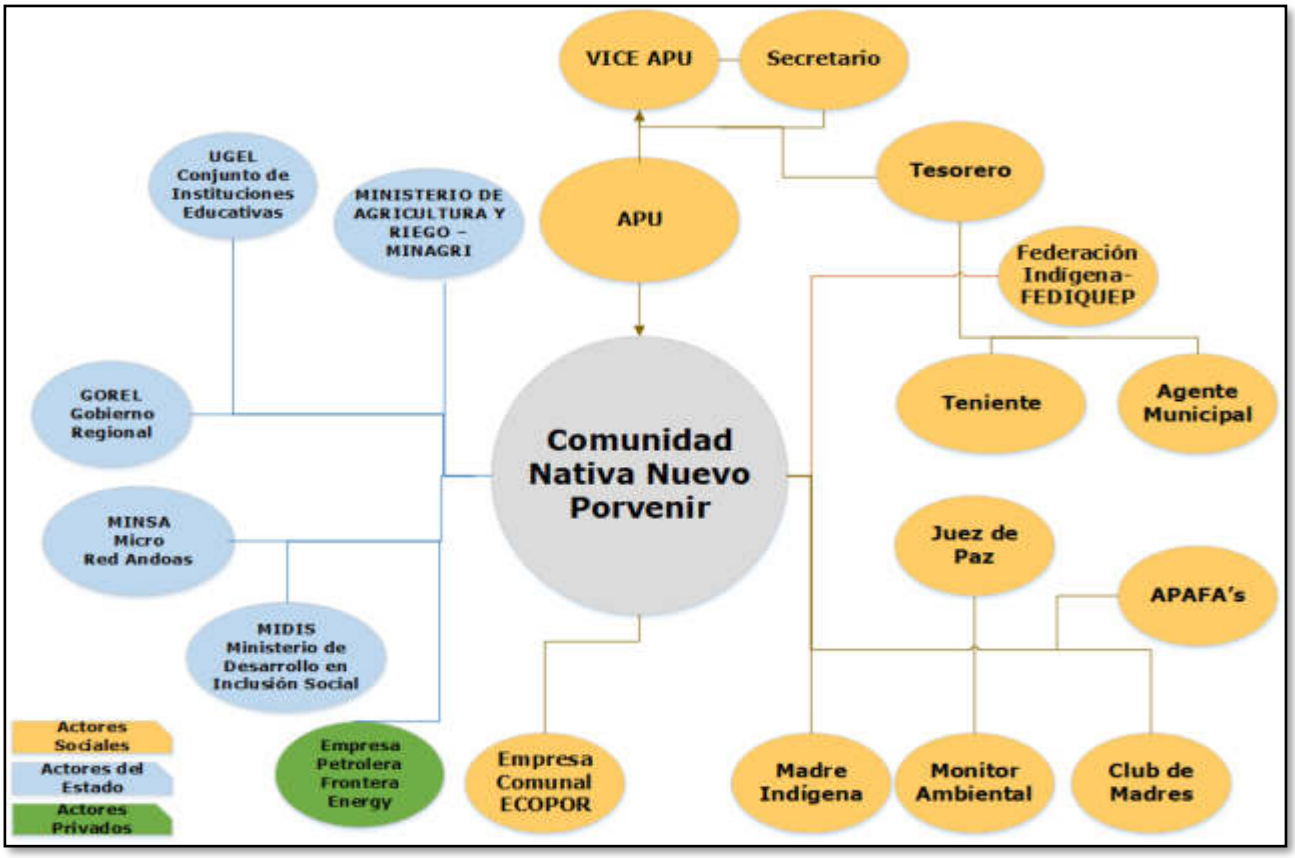


Figura 4-3. Identificación de Actores Sociales de la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

A continuación, se describen las diferentes instituciones públicas o privadas que están presentes en la comunidad nativa de Nuevo Porvenir, ya sea por medio de programas o de forma directa.

- **Ministerio De Desarrollo E Inclusión Social (MIDIS**)

En el año 2014 se creó la Comisión Multisectorial de carácter temporal denominada "Desarrollo de las Cuencas del Pastaza, Tigre, Corrientes y Marañón, del departamento de Loreto", con la finalidad de proponer medidas que permitan mejorar las condiciones sociales y ambientales de las poblaciones de esta zona[29]. Es en este contexto que el MIDIS inicia su intervención en la comunidad nativa Porvenir, en la cual implementa los programas; Juntos, Qali Warma, Pensión 65 y FONCODES, involucrando a las demás poblaciones de los distritos de Tigre, Andoas, Pastaza, Trompeteros, Urarinas y Parinari.

A continuación, se describe brevemente los programas a través de los cuales el MIDIS se hace presente en la comunidad nativa Nuevo Porvenir. Es conveniente precisar que algunos de estos programas son de carácter permanente de tipo asistencial y otros de carácter temporal de tipo productivo.

- **FONCODES (MIDIS):**

El Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social – FONCODES, tiene presencia en las poblaciones de las Cuatro cuencas (Tigre, Pastaza, Corrientes y Marañón) desde el año 2014, inicia su intervención con un total de 34 Proyectos Noa Jayatai, que significa "vamos a crecer", la comunidad nativa Nuevo Porvenir es una de las poblaciones beneficiarias de este programa especial, que cuenta con cuatro componentes: fortalecimiento de los sistemas de producción familiar, cocinas mejoradas, negocios rurales y educación financiera.

Actualmente el programa especial Noa Jayatai, se encuentra vigente en las comunidades de las Cuatro cuencas, incluyendo la comunidad nativa Nuevo porvenir, en la cual se viene trabajando proyectos agrícolas priorizando los productos locales, entrega o dotación de aves de corral (gallinas y patos) y vacunos a familias en condición de pobreza y pobreza extrema. La finalidad del programa es complementar y variar la dieta alimenticia y promover la autonomía económica sostenible de los hogares rurales en situación de pobreza y pobreza extrema, generando oportunidades económicas para muchas familias que no tienen posibilidades de generar actividades de emprendimiento o negocios locales.

Es pertinente mencionar que FONCODES - Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social, es uno de los programas exitosos del MIDIS.

- **Programa juntos (MIDIS):**

El programa Juntos en el año 2016, intervino en los seis distritos que conforman las Cuencas del Pastaza, Tigre, Corrientes y Marañón, con un registro de 6,590 hogares afiliados con 17,779 miembros objetivos entre gestantes, niños, adolescentes y jóvenes hasta 19 años de edad. De este total de afiliados se pudo realizar la transferencia del incentivo monetario a 5,616 hogares. Juntos también atiende a centros poblados con comunidades indígenas en los seis distritos usuarios que corresponden a Tigre, Trompeteros, Urarinas, Parinari, Andoas y Pastaza.[2]

El programa Juntos opera desde el año 2016 en la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir, interactuando en las comunidades con programas sociales, orientadas a asegurar la salud preventiva materno – infantil y la escolaridad sin deserción, con la participación y compromiso voluntario de las familias beneficiadas, dándose cumplimiento a los compromisos de equidad del Acuerdo Nacional y los Objetivos de Desarrollo del Milenio.

[29] MIDIS, Memoria Institucional 2011 – 2016.

- **Qali Warma (MINES)**:

El programa alimentario escolar Qali Warma inicia sus operaciones en seis distritos de las cuencas del Pastaza, Tigre, Corrientes y Marañón en el año 2014, nos referimos a los distritos usuarios de Tigre, Trompeteros, Urarinas, Parinari, Andoas y Pastaza.

En ese mismo año, el Programa Nacional de Alimentación Escolar Qali Warma, llega hasta la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir[30], con finalidad brindar un servicio de calidad cumpliendo los siguientes objetivos: Garantizar el servicio alimentario durante todos los días del año escolar a los usuarios del Programa de acuerdo a sus características y las zonas donde viven; Contribuir a mejorar la atención de los usuarios del Programa en clases, favoreciendo su asistencia y permanencia; Promover mejores hábitos de alimentación en los usuarios del Programa.

Entre el 2014 y julio del 2016 atendió a 71,288 estudiantes de instituciones educativas en los seis distritos ubicados en la zona, con un presupuesto ejecutado de S/ 31'381,430.93.[31]

- **Pensión 65 (MINES):**

Pensión 65 atiende en la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir desde el año 2014, beneficiando a los adultos mayores en condiciones de abandono, discapacidad y otros factores sociales que puedan determinar su inclusión al programa.

- **Unidad de gestión educativa local – alto amazonas (MINEDU)**:

La UGEL – Alto Amazonas, perteneciente al Ministerio de Educación – Loreto, tiene presencia en la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir, a través de la Instituciones Educativa N.º 601529, en la cual se imparte la educación en los niveles inicial y primaria, es de genero mixto y cuentan con el Programa de Educación Intercultural Bilingüe – EIB.

- **Microred Andoas – Red de Salud Datem del Marañón (MINSA)**:

La Comunidad Nativa Nuevo Porvenir, acude al Puesto de Salud ubicado en la Comunidad Nativa Nuevo Andoas por ser la más cercana, perteneciente a la Microred de Salud Andoas, ubicada en el distrito de Andoas y Red de Salud Datem del Marañón, ubicada en la localidad de San Lorenzo. Está calificada con la categoría I-I, este establecimiento cuenta con un médico y dos enfermeras.

- **Gobierno regional de Loreto – (GOREL):**

El Gobierno Regional de Loreto es el cuerpo administrativo del Departamento de Loreto. Está conformado por el Presidente Regional y un consejo regional. El GOREL conforma uno de los 25 Gobiernos Regionales del Perú establecidos para realizar la regionalización del país, tiene la responsabilidad en la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir, de llevar a cabo diversos proyectos e inversiones en los sectores educación, salud, infraestructura entre otros, también se presenta como un actor importante en el aspecto político dentro de la cuenca, ya que formalmente se podrían canalizar y ejecutar obras de infraestructura o servicios básicos en mejora de las condiciones de vida de las comunidades.

- **Ministerio De Agricultura Y Riego – (MINAGRI**)

El MINAGRI se hace presente en la comunidad Nativa Nuevo Porvenir, a través del Programa PEDAMAALC, el cual es un Proyecto Especial adscrito al Ministerio de Agricultura y Riego-MINAGRI, que depende del Viceministro de Desarrollo e Infraestructura Agraria y Riego, tiene por objeto identificar, promover, formular y ejecutar actividades y proyectos del Sector Agricultura y Riego, que

[30] Fuente: Entrevistas y Ficha Comunal – Trabajo de Campo, época seca, marzo 2018.
[31] Fuente: Memoria Institucional MIDIS, 2011 – 2016.

incluye lo forestal y de reforestación con enfoque en la inclusión de las familias menos favorecidas dentro de su ámbito de intervención. Sus Ciclas significan; Proyecto Especial Datem del Marañón, Alto Amazonas, Loreto, Condorcanqui.

PEDAMAALC inicia sus actividades en la comunidad nativa Nuevo Porvenir en el año 2015, con la implementación del proyecto "Mejoramiento De La Productividad Agropecuaria Mediante El Fortalecimiento De Capacidades Y Transferencia Tecnológica En 35 Comunidades Nativas De Las Cuencas De Los Ríos Pastaza, Tigre, Corrientes Y Marañón De La Región Loreto", proyecto que la fecha sigue en ejecución, mediante la dotación de cabezas de ganado vacuno, capacitaciones, habilitación de áreas de cultivos, transferencia tecnológica y otros aspectos relacionados a la forestación y reforestación en las comunidades involucradas.

4.9.10.1.1. Organizaciones Indígenas: Federaciones

Uno de los actores sociales que articula las alianzas políticas de las dirigencias y demás actores comunales, son las federaciones indígenas, las cuales establecen alianzas con las autoridades municipales e incluso regionales. Proponen proyectos sociales en beneficio de la mejora de vida de las comunidades.

Estas federaciones reciben asesoría de agentes foráneos (abogados, antropólogos y profesionales técnicos) que a su vez gestionan, reciben respaldo y financiamiento de organizaciones internacionales (ONG's, institutos de investigación) como plataformas de defensa ambiental e indígena.

La Comunidad Nativa de Porvenir, está afiliada a la Federación Indígena Quechuas del Pastaza (FEDIQUEP). La cual fue creada el 9 de noviembre de 1992 y cuenta con partida registral Nº 11500675, según consulta en SUNARP.

A continuación, se presenta en la **Tabla 4-28**, la identificación del consejo directivo con la federación de FEDIQUEP.

Tabla 4-28. Consejo Directivo de FEDIQUEP

Cargo	Representante	Periodo y Elección	Creación y Registro
Presidente	Aurelio Chino Pahua	28/05/2017-28/05/2020	Creada 09 de noviembre de 1992. Partida registral N° 11500674 – SUNARP.
Vicepresidente	David Chino Dahua		
Secretario	Raúl Americo Cariajano		
Secretario de salud	Oliver Butura Chino		
Secretario de mujer indígena	Estefita Pizango Tangoa		

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia

4.9.10.1.2. Asamblea Comunal

La Comunidad Nativa Nuevo Porvenir está dirigida políticamente por una planilla de autoridades locales: APU, Segundo APU, Agente Municipal, Teniente Gobernador y Madre Indígena; adicionalmente, se incorpora en la gestión administrativa de la comunidad, al presidente de APAFA y a la presidenta del Club de Madres.

Las Asambleas comunales, en que se convoca a todos los moradores, son celebradas "por oportunidad"; en especial a la partida o llegada del viaje de sus autoridades para la rendición de las gestiones realizadas o por organización de algún evento particular (Faenas para inicio de clase, aniversario de la comunidad, llegada de alguna autoridad estatal).

En las Asambleas comunales se toma Lista de Asistencia a cargo del Agente Municipal. La participación de las mujeres es limitada; en términos de disposición espacial, la mayoría de mujeres suele ubicarse voluntariamente a los márgenes del salón comunal y algunas participan activamente, por lo general, con voz y voto.

En la **Tabla 4-29,** se encuentra el resumen de las funciones y Roles de las Autoridades y Líderes indígenas de la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir.

Los APU's y los otros miembros de la junta directiva de las comunidades son elegidas directamente por los comuneros en Asamblea general, cada tres años, a través de una Asamblea comunal.

Tabla 4-29. Funciones, Roles y Responsabilidades de las Autoridades y Líderes Indígenas

Cargo	Representante	Funciones
APU	Juan José Chumbico Salinas	a) El APU de la Comunidad, es la autoridad máxima de la Junta Directiva y cumple las funciones de representante legal de la comunidad para todos los actos que la comprometan en lo económico, judicial y administrativo. Es el encargado de convocar y dirigir las reuniones de la Junta Directiva y las asambleas generales, resolver los conflictos y controversias que se originen entre los miembros de la comunidad, así como las faltas que se cometan. Conduce la gestión comunal. b) El APU se encarga de colaborar y solucionar los problemas que se presenten en la comunidad
Vice APU	Juan Richard Dahua	El Segundo APU reemplazará al APU de la comunidad, en caso de ausencia o impedimento (sea justificada o no). Organiza y coordina las comisiones que requiera la comunidad.
Secretario	Por Elegir En Asamblea	El secretario es el encargado de conducir, conservar y actualizar el libro de actas, el registro de comuneros y otros documentos de la comunidad, suscribiendo conjuntamente con el APU, los documentos de trámite administrativo.
Tesorero	Adelmar Salazar Vilches	El tesorero es el responsable del manejo y conservación de los fondos, bienes y libros contables de la comunidad, suscribiendo los documentos contables conjuntamente con el APU.
Agente municipal	Malquia Dahua Mucushua	Fomentar la participación comunal en las actividades que realiza la Comunidad. Orientar a la comunidad sobre la gestión de los servicios que brinda la Comunidad. Las demás que le sean delegadas por el APU.
Teniente gobernador	Pendiente	Atiende las necesidades de la comunidad, depende administrativa y funcionalmente del APU.
Juez de Paz	Flor de María Servellon Lagos (Distrital)	Solucionar conflictos mediante la conciliación y, en caso que ésta no pueda producirse, expedir sentencia. Dictar medidas cautelares, ordenar detención de algunas personas hasta por 24 horas e imponer sanciones comunitarias. Denunciar por delito de resistencia a la autoridad y otras funciones más y a fines.
Club de Madres	Pendiente	Velar por las condiciones de vida de los niños, de las madres y de la comunidad en general.
APAFA	Pendiente	Colaborar con las actividades que realicen las instituciones educativas en función del Proyecto Educativo Institucional. Denunciar, ante las autoridades competentes, a los integrantes del APAFA y personal educativo en caso de que incurran en irregularidades.

Cargo	Representante	Funciones
Monitor Ambiental	Saulo Cachay Ramirez	Realizar el monitoreo y vigilancia ambiental en la comunidad y sitios de influencia directa al lugar, a fin de hallar las fuentes de contaminación en el área.

Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019. – Elaborado para FONAM – Fondo de Contingencia

4.9.10.2. *Empresa Comunal*

La Comunidad Nativa Nuevo Porvenir ha conformado la Empresa Comunal Porvenir de Responsabilidad Limitada (ECOPOR), la cual genera puestos de trabajo para los moradores y en algunos casos para terceros.

En la **Tabla 4-30**, se presenta la información general de la empresa comunal (ECOPOR).

Tabla 4-30. Información de la empresa Comunal ECOPOR

Número de R.U.C.	20567181252 - Empresa Comunal Porvenir de Responsabilidad Limitada – "ECOPOR" Ltda.
Tipo Contribuyente	Comunidad Campesina, Nativa
Fecha de Inscripción	21/01/2014
Partida Registral (Nº)	11056186
Fecha de Inicio de Actividades	1/02/2014
Dirección del Domicilio Fiscal	Cal. Maynas N° 14 (cruce de las Av. Maynas y Yavari) Iquitos – Maynas - Loreto
Presidente	Richard Dahua Mucushuhua
Gerente	Porfirio Gayas Curitima
Nº Inscripción - Registros Públicos	11017838

Fuente: SUNARP, 2019.

4.9.10.3. *Representantes de la Empresa Operadora*

La empresa operadora entabla relaciones con la comunidad a través de relacionistas comunitarios. La administración de cupos de vuelo, reparto de combustible y otros beneficios que la empresa ha acordado con las comunidades visitadas, se efectúa a través de las autoridades comunales, principalmente con el Apu.

Para el caso de la Comunidad Nativa Nuevo Porvenir, la empresa operadora entabla relaciones con la comunidad a través de sus relacionistas comunitarios; asimismo se han llegado a acuerdos en los aspectos relacionados a la contratación de mano de obra calificada y no calificada, para las actividades propias y de los contratistas; estos aspectos son coordinados principalmente con el APU y generalmente discutidos y definidos en Asamblea Comunal. También hay acuerdos para la asignación de cupos de vuelo, suministro semanal de combustible y la contratación de bienes y servicios.

4.10. Análisis de Riesgo en el Ambiente y la Salud de las Personas según Guía de Evaluación de Riesgos para la Salud y el Ambiente (ERSA) de MINAM

Los estudios de ERSA tienen como objetivo definir si la contaminación existente en un sitio representa un riesgo tanto para el ambiente como para la salud humana, así como los niveles de remediación específicos del sitio en función del riesgo aceptable.

La evaluación de riesgos se entiende como la determinación cualitativa y cuantitativa de un riesgo a la salud humana y el ambiente generado por la presencia actual de contaminantes o su dispersión potencial. Esto involucra la naturaleza, magnitud y la probabilidad de efectos adversos a la salud humana y/o ecosistemas, como resultados de la exposición a contaminantes por diferentes rutas y

vías de exposición. Para la determinación de los niveles de riesgo se han considerado el efecto aditivo para la aplicación de fórmulas de determinación de dosis de exposición e índices de peligrosidad.

En el caso de los escenarios humanos identificados, se ha estimado el riesgo cancerígeno y no cancerígeno para cada vía de exposición (Ver **Tabla 4-31**).

Tabla 4-31. Vías de exposición para los escenarios considerados

Matriz de potencial contaminación	Vía de Exposición	Receptor humano	
		1	2
		Pobladores locales	Cazadores
Suelo	Ingesta	--	X
	Contacto dérmico	--	X
Sedimento	Ingesta	--	X
	Contacto dérmico	--	X
Tejidos vegetales	Ingesta	X	--

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Para el caso del escenario ambiental, se ha estimado el riesgo ecológico a base de especies expuestas a los CP (**Tabla 4-10, Tabla 4-11, Tabla 4-14, Tabla 4-13** y **Tabla 4-12**) para las vías de exposición según los peligros identificados a través del modelo conceptual (**Tabla 4-9**).

4.10.1. Caracterización del Riesgo para Seres Humanos

4.10.1.1. *Caracterización del riesgo cancerígeno*

Para el cálculo del riesgo cancerígeno se utiliza el factor de pendiente de cáncer (FPC) o el factor de riesgo unitario (FRU), ambos tomados de fuentes de datos disponibles.

El índice de riesgo cancerígeno es entonces:

$$IRij = DEij * FPCij \qquad o \qquad IRij = CEij * FRUij$$

Donde:

IR_{ij}=Índice de riesgo (sin unidad)
FPC_{ij}= Factor de pendiente de cáncer $(mg/kg\text{-}dia)^{-1}$
DE_{ij}= Dosis de exposición (mg/kg-día)
CE_{ij}= Concentración de exposición (mg/kg o mg/m^3)
FRU_{ij}= Factor de riesgo unitario $(mg/kg \text{ o } mg/m^3)^{-1}$

En la **Tabla 4-32** se encuentran los rangos de valores de IR_T con su respectiva interpretación de riesgo.

Tabla 4-32. Rangos de Valores de IR_T con su Respectiva Interpretación

Rango de Valores de IR_T	Interpretación
$IRT \leq 10^{-5}$	Riesgo aceptable
$10^{-5} \leq IRT \leq 10^{-4}$	Riesgo aceptable en caso excepcional
$IR_T \geq 10^{-4}$	Riesgo no aceptable

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, Elaborado a partir de la Guía ERSA (MINAM, 2015).

En el caso de existir un riesgo cancerígeno, ocasionado por un valor superior al valor límite (1:100 000= $IR_T \leq 10^{-5}$), estamos frente al posible desarrollo de un cáncer, cuya localización no se puede determinar con certeza. Eso dependerá de muchos otros factores, como condiciones de salud previas de cada individuo, su predisposición, frecuencia de exposición a la fuente contaminante, historia familiar, hábitos alimenticios, consumo de tabaco, drogas, alcohol, etc. En el caso de un riesgo no

cancerígeno, se considera el desarrollo de cualquier otra enfermedad distinta del cáncer. En ambos casos, de existir un riesgo preocupante para un contaminante específico, debe examinarse el nivel de relación dosis-respuesta descrito en la literatura científica/médica.

El riesgo cancerígeno aceptable en caso excepcional es un umbral o valor, que, siendo menor al riesgo preocupante, no puede considerarse completamente aceptable o seguro para la salud (por eso es excepcional). Según la Guía ERSA, estos casos requieren de acciones adicionales de gestión, evaluación y/o monitoreo por su cercanía al límite de riesgo preocupante. La posibilidad de que el fiel de la balanza se incline al lado preocupante dependerá de los factores antes mencionados, entre otros.

Los resultados analíticos de laboratorio indican que la concentración del Benceno, Tolueno, Etilbenceno, Xilenos (BTEX) y la concentración de los hidrocarburos aromáticos policíclicos en las matrices de suelo, sedimentos, agua superficial y agua subterránea es inferior al límite de detección en todos los casos, por lo tanto, no se consideran contaminantes de preocupación.

En suelos se encontraron fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40) y metales pesados como Plomo (Pb), los compuestos orgánicos se consideran contaminantes de preocupación porque su concentración es mayor que el ECA para suelos de uso agrícola, para el caso del Plomo (Pb) el UCL 95, es mayor que el estándar de calidad ambiental para suelos de uso agrícola. Las fracciones de hidrocarburos F2 y F3, así como el Plomo (Pb) son considerados como posibles carcinogénicos.

La búsqueda de valores Factor Pendiente de Cáncer (FPC) o Factor de Riesgo Unitario (FRU), para los compuestos que forman parte de las fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40), se realizó en la base de datos *The Risk Assessment Information System* y *Integrated Risk Information System* de *United States Environmental Protection Agency*, y en ese vasto universo de datos e información no se encontraron valores de FPC y FRU, para los compuestos orgánicos de interés.

En sedimentos se encontraron hidrocarburos totales de petróleo, debido a que, para los HTP, los valores de Factor Pendiente de Cáncer (FPC) y el Factor de Riesgo Unitario (FRU), utilizados para caracterizar la relación dosis-respuesta, no han sido determinados, el riesgo cancerígeno no fue calculado.

Para las especies vegetales *Arthocarpus altilis* (Árbol del pan), *Inga sp* (Guaba), *Vismia* (Pichirina), se realizarán los cálculos de riesgo cancerígeno por bioacumulación de Arsénico (As) y Plomo (Pb), para la especie *Mauritia flexuosa* (Aguaje), el cálculo se realizará por acumulación de Arsénico (As), debido a que para estos metales se tiene información del FPC o FRU. Con respecto al Cadmio (Cd) y Cromo (Cr), no se ha calculado el riesgo cancerígeno, debido a que los valores del Factor de Pendiente de Cáncer (FPC) y el Factor de Riesgo Unitario (FRU), utilizados para caracterizar la relación dosis-respuesta, no han sido determinados en los diversos estudios consultados.

En este caso, tal como indican los cálculos de la Guía ERSA (MINAM, 2015), se considerarán efectos aditivos de las diferentes vías de exposición dentro de una misma matriz (suelo, sedimento, tejido vegetal), mas no efectos aditivos entre matrices para cada escenario identificado.

En la **Tabla 4-19**, se presenta el Factor Pendiente de Cáncer para los contaminantes de preocupación identificados para cada matriz.

4.10.1.1.1. Escenario 1

El escenario 1 corresponde a los pobladores locales de la CC.NN. Nuevo Porvenir, quienes están expuestos a los CP presentes en las matrices de tejidos vegetales (alimento y medicinal), con una frecuencia de exposición de 192 días/año, la cual fue determinada como el resultado de: (4 días/semana x 4 semanas/mes x 12 meses/año).

En la **Tabla 4-33**, se presenta el resumen de los resultados del cálculo de riesgo cancerígeno para el escenario 1 de los pobladores locales de la CC.NN. Nuevo Porvenir, por ingesta de tejidos vegetales contaminados.

Tabla 4-33. Resumen de Resultados para el Cálculo de Riesgo Cancerígeno para el Escenario 1, Vía Ingesta de Tejidos Vegetales Contaminados

		Contaminante de preocupación	Concentración	Dosis de exposición	Factor de pendiente de cáncer	Índice riesgo individual	Índice riesgo integral	Índice riesgo total	Interpretación
Escenario	Especie	CP	Cs mg/kg	DE_{ING} mg/kg-día	FPC mg/kg-día	IRij	IRj	IR_T	
1 (pobladores locales)	*Arthocarpus altilis*	As	1,1	0,006769[1]	1,5[3]	1,02E-02[1]	1,02E-02[1]	1,02E-02[1]	Riesgo no aceptable
		Pb	0,2	0,001231[1]	0,0085[3]	1,05E-05[1]			
		As	1,1	0,036667[2]	1,5[3]	5,50E-02[2]	5,51E-02[2]	5,51E-02[2]	Riesgo no aceptable
		Pb	0,2	0,006667[2]	0,0085[3]	5,67E-05[2]			
	Inga sp.	As	0,9	0,005538[1]	1,5[3]	8,31E-03[1]	8,43E-03[1]	8,43E-03[1]	Riesgo no aceptable
		Pb	2,4	0,014769[1]	0,0085[3]	1,26E-04[1]			
		As	0,9	0,030000[2]	1,5[3]	4,50E-02[2]	4,57E-02[2]	4,57E-02[2]	Riesgo no aceptable
		Pb	2,4	0,080000[2]	0,0085[3]	6,80E-04[2]			
	Vismia sp.	As	1,2	0,007385[1]	1,5[3]	1,11E-02[1]	1,12E-02[1]	1,12E-02[1]	Riesgo no aceptable
		Pb	1,5	0,010338[1]	0,0085[3]	8,79E-05[1]			
		As	1,2	0,040000[2]	1,5[3]	6,00E-02[2]	6,05E-02[2]	6,05E-02[2]	Riesgo no aceptable
		Pb	1,5	0,056000[2]	0,0085[3]	4,76E-04[2]			
	Mauritia flexuosa	As	1,5	0,009231[1]	1,5[3]	1,38E-02[1]	1,38E-02[1]	1,38E-02[1]	Riesgo no aceptable
		As	1,5	0,05000[2]	1,5[3]	7,50E-02[2]	7,50E-02[2]	7,50E-02[2]	Riesgo no aceptable

Nota:

[1]*Para adultos (se considera un peso de 65 kg)*

[2]*Para niños (se considera un peso de 12 kg)*

[3]*RAIS 2018. The Risk Assessment Information System. Tennessee. https://rais.ornl.gov/*

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

000351

Para dicho cálculo, se obtuvo previamente la dosis de exposición de los CP cancerígenos (Ej. Pb) presentes en los tejidos vegetales, según la fórmula que aparece en el apartado **4.4.2.1.**

Una vez obtenido dicho valor, se calculó el índice de riesgo individual (IR_{ij}) de cada CP por vía, el cual resulta del producto de la DE_{ing} y el factor de pendiente de cáncer (FPC) del CP ($IR_{ij} = DE_{ij} \times FPC_{ij}$). Seguidamente, el índice de riesgo integral (IR_j) resulta de la sumatoria de los IR_{ij} de cada CP por cada vía de exposición ($IR_j = IR_{ij}CP1 + IR_{ij}CP2+\ldots$). En este caso, como solo existen dos CP (Pb y As) por vía de exposición (ingesta de tejidos vegetales), el IR_j es igual al IR_{ij}.

Finalmente, el índice de riesgo total (IR_T) resulta de la sumatoria de los IRj, es decir, de los riesgos calculados de todos los CP por cada vía de exposición (IR_T = IRj ingesta + IRj contacto dérmico +…). En este caso, como solo existe una vía de exposición (ingesta de tejidos vegetales), el IR_T es igual al IR_j.

Las especies *Inga sp.* (Guaba), *Artocarpus altilis* (Pandicho) y *Mauritia flexuosa* (Aguaje), son utilizadas por la población como alimento, mientras que *Vismia sp.* (Pichirina) se utiliza como planta medicinal. Se ha considerado una tasa de ingestión de tejidos vegetales de 400 000 mg/día para adultos y niños (Ver **Tabla 4-16**), de acuerdo a lo establecido por la OMS. Sin embargo, debe tenerse en cuenta, que esta cantidad se refiere al conjunto de vegetales y frutas que conforman la dieta diaria, por lo que podría estar sobreestimando la ingesta solo a partir de "guaba".

Debido a la capacidad que tiene el Arsénico (As) de reaccionar con sustancias orgánicas e inorgánicas, y considerando que su toxicidad depende del grado de especiación y de la naturaleza de los compuestos es importante señalar lo siguiente:

El Arsénico (As), presenta cuatro estados de oxidación -3, 0,+3 y +5 y tiene la propiedad de reaccionar con sustancias orgánicas dando lugar a la formación de una amplia variedad de compuestos orgánicos como el ácido monometil arsónico (CH3AsO(OH)2), ácido dimetil arsónico ((CH3)2AsO); el Arsénico (As) también tiene la propiedad de reaccionar con compuestos inorgánicos como Arsenitos (As+3) y Arseniatos (As+5), y bioacumularse en suelos y plantas (Ruiz-Chancho et al., 2007).

El movimiento en matrices ambientales es una función importante de la especiación y del tipo de suelo (Gulens et al.,1979), la biodisponibilidad de As y el proceso de bioacumulación en vegetales depende entre otros factores, del pH, contenido y composición de materia orgánica, potencial redox, régimen hídrico, composición mineral y actividad microbiana (Bergqvist et al., 2014; Khan et al., 2015; Smith et al., 2009).

En general, los arsenicales inorgánicos son más tóxicos y móviles que los organoarsénicos Egbenda et al., 2015; Van-Herreweghe et al., 2003 y el arsenito es más tóxico que el arsenato (Kreppel y cols., 1993). El modo de toxicidad y el mecanismo de captación de arseniato por parte de los organismos difiere considerablemente (*International Programme on Chemical Safety, 2005. Environment Health Criteria 224: Arsenic and arsenic compounds*).

El análisis en laboratorio del Arsénico, en las muestras de tejido foliar se realizó según el método "EPA 3050 B: 1996 / EPA 6010 B: 1996", el cual determina el contenido total de Arsénico, pero no permite diferenciar la concentración de las especies químicas inorgánicas de las orgánicas, pudiéndose generar por lo tanto, una sobre estimación del riesgo por ingesta de tejidos vegetales que han bioacumulado el Arsénico que en su forma natural se encuentra en el suelo.

El resultado del cálculo del riesgo cancerígeno total (IR_T) para tejidos vegetales, fue mayor a 10^{-4}, esto indica que el riesgo cancerígeno es preocupante (Ver **Tabla 4-33**). No obstante, no se va a calcular un nivel de remediación específico (NRE), debido a que no es una matriz ambiental.

4.10.1.1.2. Escenario 2

Corresponde a los cazadores de la CC.NN. Nuevo Porvenir, quienes están expuestos a los CP presentes en las matrices de suelo y sedimentos, con una frecuencia de exposición de 144 días/año (3 días/semana x 4 semanas/mes x 12 meses/año).

En la **Tabla 4-34**, se presenta el resumen de los resultados del cálculo de riesgo cancerígeno para los cazadores locales de la CC.NN. Nuevo Porvenir, por ingesta y contacto dérmico de suelos contaminados.

Tabla 4-34. Resumen de Resultados para el Cálculo de Riesgo Cancerígeno para Escenario 2, Vía Ingesta y Contacto Dérmico de Suelos Contaminados

		Contaminante de preocupación	Concentración	Dosis de exposición	Factor de pendiente de cáncer	Índice riesgo individual	Índice riesgo integral	Índice riesgo total	Interpretación
Escenario	Vía de exposición	CP	UCL95 mg/kg	DE_{ING} mg/kg-día	FPC mg/kg-día	IRij	IRj	IRT	
2 (cazadores)	Ingesta (suelo)	Pb	92,227	1.08E-05[1]	0,0085[3]	9,20E-08[1]	9,20E-08[1]	9.23E-08[1]	Riesgo aceptable
	Contacto dérmico (suelo)	Pb	92,227	4.32E-08[1]	0,0085[3]	3,67E-10[1]	3,67E-10[1]		
	Ingesta (suelo)	Pb	92,227	1.21E-05[2]	0,0085[3]	1,03E-07[2]	1,03E-07[2]	1.04E-07[2]	Riesgo aceptable
	Contacto dérmico (suelo)	Pb	92,227	6.79E-08[2]	0,0085[3]	5,77E-10[2]	5,77E-10[2]		

Nota:

[1]*Para adultos (se considera un peso de 65 kg)*

[2]*Para niños (se considera un peso de 29 kg)*

[3]*RAIS 2018. The Risk Assessment Information System. Tennessee. https://rais.ornl.gov/*

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

000354

Para dicho cálculo, se obtuvo previamente la dosis de exposición de los cazadores (2) a los CP cancerígenos (Ej. Pb) presentes en los suelos, según la fórmula que aparece en el apartado **4.4.2.1**

Una vez obtenido dicho valor, se calculó el índice de riesgo individual (IR_{ij}) de cada CP por vía, el cual resulta del producto de la DE_{ing} y el factor de pendiente de cáncer (FPC) del CP ($IR_{ij} = DE_{ij} \times FPC_{ij}$). Seguidamente, el índice de riesgo integral (IR_j) resulta de la sumatoria de estos IR_{ij} de cada CP por cada vía de exposición ($IR_j = IR_{ij}CP1 + IR_{ij}CP2+\ldots$).

Finalmente, el índice de riesgo total (IR_T) resulta de la sumatoria de los IRj, es decir, de los riesgos calculados de todos los CP por cada vía de exposición (IR_T = IRj ingesta + IRj contacto dérmico +…).

Para el cálculo del riesgo cancerígeno total (IR_T) por ingesta de suelos contaminados (**Tabla 4-34**), se tomó en cuenta una tasa de ingestión de suelo de 100 mg/día para adultos y 200 mg/día para niños (**Tabla 4-16**).

El resultado del cálculo del riesgo cancerígeno total (IR_T) para suelos en el escenario 2, para adultos y niños, fue menor a 10^{-5} (**Tabla 4-34**). Esto indica que el riesgo es aceptable, por lo que no se calculará un nivel de remediación específico (NRE). Sin embargo, al no tener valores disponibles en la literatura del FPC o FRU de la fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40), el cálculo del riesgo cancerígeno estaría siendo subestimado.

En la **Tabla 4-35**, se presenta el resumen del Índice de Riesgo Total (IR_T) por vía de exposición a la contaminación de los CP cancerígenos para los diferentes escenarios evaluados.

Tabla 4-35. Resumen del Cálculo del Índice de Riesgo Total (IR_T) para el escenario 1 y 2, por Vía de Exposición de Ingesta y Contacto Dérmico para las Matrices de Contaminación Evaluadas

			Índice de Riesgo total (IR_T)		Interpretación
Escenario	**Vía de exposición**	**Matriz**	**Adultos**	**Niños**	
1 (pobladores locales)	**Ingesta**	**Tejido vegetal**	**0,01016[3]** **0,00843[4]** **0,01117[5]** **0,01385[6]**	**0,055057[3]** **0,045680[4]** **0,060476[5]** **0,075000[6]**	Riesgo no aceptable[1,2] Riesgo no aceptable[1,2] Riesgo no aceptable[1,2] Riesgo no aceptable[1,2]
2 (cazadores)	**Ingesta + contacto dérmico**	**Suelo**	9,23E-08	1,04E-07	Riesgo aceptable[1,2]

[1]*Para adultos (se considera un peso de 65 kg)*

[2]*Para niños (se considera un peso de 12 kg (Escenario 1) y 29 kg (Escenario 2))*

Especies de plantas (Tejidos vegetales):

[3]*Arthocarpus altilis ("Pandicho")*

[4]*Inga sp. ("Guaba")*

[5]*Vismia sp. ("Pichirina")*

[6]*Mauritia flexuosa ("Aguaje")*

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Podemos observar que el riesgo cancerígeno total (IR_T) por ingesta y contacto dérmico de suelos contaminados, fue $<10^{-5}$, lo que sugiere que el riesgo fue aceptable. Mientras que para para la vía de exposición de tejidos vegetales, el riesgo cancerígeno fue mayor a 10^{-4}, lo cual se considera como riesgo no aceptable.

Si bien, el riesgo cancerígeno por ingesta de tejidos vegetales fue preocupante, no se va a calcular un nivel de remediación específico (NRE) debido a que dicha matriz no es un componente ambiental.

La bioacumulación de Arsénico en los tejidos foliares de las especies *Arthocarpus altilis* (pandicho), *Inga sp*. (Guaba), *Vismia sp*. (Pichirina) y *Mauritia flexuosa* (aguaje), se debe a la absorción del Arsénico que en su forma natural está presente en el suelo.

Las especies *Arthocarpus altilis* (pandicho) y *Vismia sp*. (Pichirina), están bioacumulando progresivamente el Cadmio que se encuentra en condiciones naturales en el suelo.

La concentración de Cromo (Cr) en la especie vegetal *Mauritia sp*., está relacionada con la absorción del metal que en su forma natural está presente en el suelo.

La concentración de Plomo (Pb), en las hojas de la especie *Arthocarpus sp* (moracea), *Inga sp*. (Guaba) y *Vismia sp* (Pichirina), está relacionada con la absorción del metal adicional que por factores antrópicos se encuentra en el suelo.

El riesgo de ingesta de tejido vegetal para cazadores adultos, está contemplado en el cálculo del riesgo definido para los pobladores adultos el cual resulto no aceptable. Así mismo el riesgo calculado para los pobladores niños, que tienen un peso menor (12kg), siendo así más vulnerables, que los cazadores niños con peso mayor (29kg) ya está contemplado en el cálculo del riesgo de ingesta de vegetales en el escenario 1 como pobladores, el cual resulto ser no aceptable.

4.10.1.2. *Caracterización del riesgo no cancerígeno*

El riesgo de ingesta o contacto dérmico para la salud humana a sustancias no cancerígenas se evalúa a través del cociente de peligrosidad (CdP), cuya fórmula podemos encontrar en el ítem 6.1 de la Guía ERSA, para luego calcular el índice de peligrosidad integral (IP_j) y total (IP_T) (MINAM, 2015). El IP_j es la suma de los índices de peligro individual o suma de CdP de los CP por cada vía de exposición, y representa el riesgo no cancerígeno de cada CP por vía. El IP_T es la suma de los IP_j, y representa el riesgo no cancerígeno total del lugar.

En la **Tabla 4-36**, se presentan los criterios de riesgo no cancerígeno en la salud humana.

Tabla 4-36. Criterio de riesgo no cancerígeno en la salud humana.

Rango de valores de IP_T	Interpretación
$IP_T \leq 1$	Riesgo aceptable
$IP_T > 1$	Riesgo preocupante

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, Elaborado a partir de la Guía ERSA (MINAM, 2015).

Debemos recordar que ni el CdP ni el IP son medidas directas del riesgo. Estas deben considerarse como medidas de un margen de seguridad. Valores muy pequeños del CdP o IP significan un gran margen de seguridad. Un IP <1 muestra una exposición a una concentración menor al valor de referencia, indicando que la sustancia probablemente no causará ningún daño para la salud humana. Un IP de 1 indica una exposición a una concentración igual al valor de referencia. Un IP >1 refleja una exposición a una concentración por encima de una dosis o concentración referencial, lo que podría generar algún efecto potencialmente adverso para la salud.

En los casos donde el CdP y/o el IP son superiores a 1, debe realizarse una evaluación más crítica del ERSA, particularmente de datos pertinentes, como el modo de acción y el grado de conservación introducido en la evaluación de la exposición y los valores de referencia. En este caso, tal como indican los cálculos de la Guía ERSA (MINAM, 2015), se considerarán efectos aditivos de las diferentes vías de exposición dentro de una misma matriz (suelo, sedimento, tejido vegetal), mas no efectos aditivos entre matrices.

4.10.1.2.1. Escenario 1

El escenario 1 corresponde a los pobladores locales de la CC.NN. Nuevo Porvenir, quienes están expuestos a los CP presentes en las matrices de tejidos vegetales (alimento y medicinal), con una frecuencia de exposición de 192 días/año, la cual fue determinada como el resultado de: 4 días/semana x 4 semanas/mes x 12 meses/año.

En la **Tabla 4-37**, se presenta el resumen de los resultados del cálculo de riesgo no cancerígeno total de exposición para el escenario 1 de los pobladores locales de la CC.NN. Nuevo Porvenir, por ingesta de tejidos vegetales contaminados.

Tabla 4-37. Resumen de Resultados para el Cálculo de Riesgo No Cancerígeno para el Escenario 1, Vía Ingesta de Tejidos Vegetales Contaminados

		Contaminante de preocupación	Concentración	Dosis de exposición	Dosis de referencia	Cociente de peligrosidad	Índice de peligro Integral	Índice de peligrosidad total	Interpretación
Escenario	**Especie**	**CP**	**Cs mg/kg**	**DE_{ING} mg/kg-día**	**DdR oral[3] mg/kg**	**CdP**	**IP_j**	**IP_T**	
1 (pobladores locales)	*Arthocarpus altilis*	As	1,1	0,006769[1]	0,0003	**22,564103**	**25,64786[1]**	**25,64786[1]**	Riesgo preocupante
		Cd	0,39	0,002400[1]	0,001	**2,40**			
		Pb	0,2	0,001231[1]	0,0036	0,6837607			
		As	1,1	0,015172[2]	0,0003	**122,22222**	**138,9259[2]**	**138,9259[2]**	Riesgo preocupante
		Cd	0,39	0,005379[2]	0,001	**13**			
		Pb	0,2	0,002759[2]	0,0036	**3,037037**			
	Inga sp.	As	0,9	0,005538[1]	0,0003	**18,461538**	**26,66667[1]**	**26,66667[1]**	Riesgo preocupante
		Pb	2,4	0,014769[1]	0,0036	**8,2051282**			
		As	0,9	0,012414[2]	0,0003	**100**	**144,4444[2]**	**144,4444[2]**	Riesgo preocupante
		Pb	2,4	0,033103[2]	0,0036	**44,444444**			
	Vismia sp.	As	1,2	0,007385[1]	0,0003	**24,615385**	**33,62051[1]**	**33,62051[1]**	Riesgo preocupante
		Cd	0,53	0,003262[1]	0,001	**3,2615385**			
		Pb	1,68	0,010338[1]	0,0036	**5,7435897**			
		As	1,2	0,016552[2]	0,0003	**133,33333**	**182,1111[2]**	**182,1111[2]**	Riesgo preocupante
		Cd	0,53	0,00731[2]	0,001	**17,666667**			
		Pb	1,68	0,023172[2]	0,0036	**31,111111**			
	Mauritia flexuosa	As	1,5	0,009231[1]	0,0003	**30,769231**	**30,7742[1]**	**30,7742[1]**	Riesgo preocupante
		Cr	1,2	0,007385[1]	1,5	0,0049231			
		As	1,5	0,020690[2]	0,0003	**166,66667**	**166,693[2]**	**166,693[2]**	Riesgo preocupante
		Cr	1,2	0,016552[2]	1,5	0,0266667			

Nota:

[1]*Para adultos (se considera un peso de 65 kg)*

[2]*Para niños (se considera un peso de 12 kg)*

[3]*RAIS 2018. The Risk Assessment Information System. Tennessee. https://rais.ornl.gov/*

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

000358

Para dicho cálculo, se obtuvo previamente la dosis de exposición de los CP no cancerígenos (Ej. As, Cd y Pb) presentes en los tejidos vegetales, según la fórmula que aparece en el apartado **4.4.2.1.**

Una vez obtenido dicho valor, se calculó el cociente de peligrosidad (CdP) de cada CP por vía, el cual resulta del cociente de la DE_{ing} y la dosis de referencia (DdR) del CP ($CdP_{ij}=DE_{ij}$ / DdR_{ij}). Seguidamente, el índice de peligrosidad integral (IP_j) resulta de la sumatoria de los CdP_{ij} de cada CP por cada vía de exposición ($IP_j= CdP_{ij}CP1 + CdP_{ij}CP2+…$).

Finalmente, el índice de peligrosidad total (IP_T) resulta de la sumatoria de los IPj, es decir, de los calculados para cada CP por cada vía de exposición (IP_T = IPjingesta + IPjcontacto dérmico +…). En este caso, como solo existe una vía de exposición (ingesta de tejidos vegetales), el IP_T es igual al IP_j.

Las especies *Inga sp.* (Guaba), *Artocarpus altilis* (Pandicho) y *Mauritia flexuosa* (Aguaje), son utilizadas por la población como alimento, mientras que *Vismia sp.* (Pichirina) se utiliza como planta medicinal. Se ha considerado una tasa de ingestión de tejidos vegetales de 400 000 mg/día para adultos y niños (**Tabla 4-16**), de acuerdo a lo establecido por la OMS. Sin embargo, debe tenerse en cuenta, que esta cantidad se refiere al conjunto de vegetales y frutas que conforman la dieta diaria, por lo que podría estar sobreestimando la ingesta solo a partir de "guaba"; la sobreestimación del riesgo también se puede estar dando porque como se mencionó en el **numeral 4.10.1.1**, el Arsénico (As), tiene la propiedad de formar compuestos orgánicos e inorgánicos, siendo los arsenicales inorgánicos más tóxicos que los organoarsénicos (Kreppel y cols., 1993) y la metodología analítica empleada por el laboratorio no permite diferenciar la concentración entre los arsenicales inorgánicos y los compuestos organoarsénicos.

Los resultados del cálculo del riesgo no cancerígeno (IP_T) para el escenario 1 fueron mayores a 1 para adultos y niños, lo cual es considerado como un riesgo preocupante.

4.10.1.2.2. Escenario 2

Corresponde a los cazadores de la CC.NN. Nuevo Porvenir, quienes están expuestos a los CP presentes en las matrices de suelo y sedimentos.

En la **Tabla 4-38**, se presenta el resumen de los resultados de cálculo de las dosis de exposición y riesgo no-cancerígeno de los cazadores locales de la CC.NN. Nuevo Porvenir expuestos por ingesta y contacto dérmico de suelos contaminados.

Tabla 4-38. Resumen de Resultados del Cálculo del Riesgo No Cancerígeno para el Escenario 2, Vía Ingesta y Contacto Dérmico de Suelos Contaminados

		Contaminante de preocupación	Concentración	Dosis de exposición	Dosis de referencia	Cociente de peligrosidad	Índice de peligrosidad Integral	Índice de Peligrosidad total	Interpretación
Escenario	Vía de exposición	CP	UCL95 mg/kg	DE_{ING} mg/kg-día	DdR oral[3] mg/kg	CdP	IP_j	IP_T	
2 (cazadores)	Ingesta (suelos)	Fracción F2	3960	0,002404[1]	0,3	0,008012[1]	0,200032[1]	0,342605[1]	Riesgo aceptable
		Fracción F3	22850	0,006934[1]	0,04	0,173361[1]			
		Pb	92,227	3,36E-05[1]	0,0018	0,018659[1]			
	Contacto dérmico (suelos)	Fracción F2	3960	0,001247[1]	0,3	0,004156[1]	0,142573[1]		
		Fracción F3	22850	0,005534[1]	0,04	0,138342[1]			
		Pb	92,227	1,34E-07[1]	0,0018	7,45E-05[1]			
	Ingesta (suelos)	Fracción F2	3960	0,010774[2]	0,3	0,035915[2]	0,896697[2]	0,896745[2]	Riesgo aceptable
		Fracción F3	22850	0,031085[2]	0,04	0,777137[2]			
		Pb	92,227	0,000151[2]	0,0018	0,083645[2]			
	Contacto dérmico (suelos)	Fracción F2	3960	4,21E-07[2]	0,3	1,40E-06[2]	4,811E-05[2]		
		Fracción F3	22850	1,87E-06[2]	0,04	4,67E-05[2]			
		Pb	92,227	4,52E-11[2]	0,0018	2,51E-08[2]			

Nota:

[1]*Para adultos (se considera un peso de 65 kg)*

[2]*Para niños (se considera un peso de 29 kg)*

[3]*Las referencias de los DdR se encuentran en la* **Tabla 4-20**.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

000360

Para dicho cálculo, se obtuvo previamente la dosis de exposición de los CP no cancerígenos (Ej. F2, F3) presentes en los suelos, según la fórmula que aparece en el apartado **4.4.2.1.**

Una vez obtenido dicho valor, se calculó el cociente de peligrosidad (CdP) de cada CP por vía, el cual resulta del cociente de la DE_{ing} y la dosis de referencia (DdR) del CP ($CdP_{ij}=DE_{ij}$ / DdR_{ij}). Seguidamente, el índice de peligrosidad integral (IP_j) resulta de la sumatoria de estos CdP_{ij} de cada CP por cada vía de exposición ($IP_j= CdP_{ij}CP1 + CdP_{ij}CP2+…$).

Finalmente, el índice de peligrosidad total (IP_T), resulta de la sumatoria de los IPj, es decir, de los calculados para cada CP por cada vía de exposición (IP_T = IPjingesta + IPjcontacto dérmico +…).

Para el cálculo del riesgo no cancerígeno total o índice de peligrosidad total (IP_T), por ingesta de suelos contaminados, se tomó en cuenta una tasa de ingestión de 100 mg/día para adultos y 200 mg/día para niños (**Tabla 4-16**).

Los resultados del cálculo del riesgo no cancerígeno (IP_T) para el escenario 2 fueron menores a 1 para adultos y niños, lo cual es considerado como un riesgo aceptable.

En la **Tabla 4-39**, se presentan los valores obtenidos del cálculo de las dosis de exposición y riesgo no-cancerígeno de los cazadores locales de la CC.NN. Nuevo Porvenir, expuestos por medio de ingesta y contacto dérmico de sedimentos contaminados.

Tabla 4-39. Resumen de Resultados del Cálculo del Riesgo No-Cancerígeno para el Escenario 2 Vía Ingesta y contacto dérmico de Sedimentos

		Contaminante de preocupación	Concentración	Dosis de exposición	Dosis de referencia	Cociente de peligrosidad	Índice de peligro Integral	Índice de peligrosidad total	Interpretación
Escenario	**Vía de exposición**	**CP**	**UCL95 mg/kg**	**DE_{ING} mg/kg-día**	**DdR oral[3] mg/kg**	**CdP**	**IP_j**	**IP_T**	
2 (cazadores)	**Ingesta (sedimentos)**	**HTP**	746,8	0.000453[1]	0,3	0.001511[1]	0.001511[1]	0.002295[1]	Riesgo aceptable
	Contacto dérmico (sedimentos)	**HTP**	746,8	0.000235[1]	0,3	0.000784[1]	0.000784[1]		
	Ingesta (sedimentos)	**HTP**	746,8	0.002032[2]	0,3	0.006773[2]	0.006773[2]	0.006773[2]	Riesgo aceptable
	Contacto dérmico (sedimentos)	**HTP**	746,8	7.93E-08[2]	0,3	2.64E-07[2]	2.64E-07[2]		

Nota:

[1]*Para adultos (se considera un peso de 65 kg)*

[2]*Para niños (se considera un peso de 29 kg)*

[3]*Las referencias de los DdR se encuentran en la* **Tabla 4-20**.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

000362

Para dicho cálculo, se obtuvo previamente la dosis de exposición de los CP no cancerígenos presentes en los sedimentos, según la fórmula que aparece en el apartado **4.4.2.1.**

Una vez obtenido dicho valor, se calculó el cociente de peligrosidad (CdP) de cada CP por vía, el cual resulta del cociente de la DE_{ing} y la dosis de referencia (DdR) del CP ($CdP_{ij}=DE_{ij}$ / DdR_{ij}). Seguidamente, el índice de peligrosidad integral (IP_j) resulta de la sumatoria de los CdP_{ij} de cada CP por cada vía de exposición (IP_j= $CdP_{ij}CP1$ + $CdP_{ij}CP2$+…).

Finalmente, el índice de peligrosidad total (IP_T) resulta de la sumatoria de los IPj, es decir, de los calculados para cada CP por cada vía de exposición (IP_T = IPjingesta + IPjcontacto dérmico +…). En este caso, como solo existen dos vías de exposición (ingesta y contacto dérmico de sedimentos), el IP_T es igual a la sumatoria del IP_j por ingesta y contacto dérmico.

Para el cálculo del riesgo no cancerígeno total o índice de peligrosidad total (IP_T) por ingesta y contacto dérmico de sedimentos contaminados (**Tabla 4-39**), se tomó en cuenta una tasa de ingestión de 100 mg/día para adultos y 200 mg/día para niños (**Tabla 4-16**).

Finalmente, el índice de peligrosidad total (IP_T) resulta de la sumatoria de los IPj, es decir, de los calculados para cada CP por cada vía de exposición (IP_T = IPjingesta + IPjcontacto dérmico +…). En este caso, como solo existe una vía de exposición (ingesta de sedimentos), el IP_T es igual al IP_j.

Para el cálculo del riesgo no cancerígeno total o índice de peligrosidad total (IP_T) por ingesta de sedimentos contaminados (**Tabla 4-39**), se tomó en cuenta una tasa de ingestión de 100 mg/día para adultos y 200 mg/día para niños (**Tabla 4-16**).

Los resultados del cálculo del riesgo no cancerígeno (IP_T) para el escenario 2 fueron menores a 1 para adultos y niños, lo cual es considerado como un riesgo aceptable.

Cabe resaltar que el efecto directo lo tendrían las especies acuáticas que consumen sedimentos y acumulan el CP en sus tejidos, tales como larvas de insectos bentónicos, convirtiéndose en potenciales focos de contaminación para las especies que los consuman, incluyendo al hombre.

En la **Tabla 4-40**, se presenta el resumen del Índice de Peligrosidad Total (IP_T) por vía de exposición a la contaminación de los CP no cancerígenos para los diferentes escenarios evaluados.

Tabla 4-40. Resumen del Cálculo del Índice de Peligrosidad Total (IP_T) para el escenario 1 y 2, por Vía de Exposición de Ingesta y Contacto Dérmico para las Matrices de Contaminación Evaluadas

			Índice de Peligrosidad total (IP_T)		Interpretación
Escenario	**Vía de exposición**	**Matriz**	**Adultos**	**Niños**	
1 (pobladores locales)	**Ingesta**	**Tejido Vegetal**	**25,306[3] 22,5641[4] 30,7487[5] 30,7742[6]**	**137,074[3] 122,222[4] 166,556[5] 166,693[6]**	Riesgo preocupante[1,2] Riesgo preocupante[1,2] Riesgo preocupante[1,2] Riesgo preocupante[1,2]
2 (cazadores)	**Ingesta + contacto dérmico**	**Suelo**	0,333238	0,854923	Riesgo aceptable[1,2]
	Ingesta + contacto dérmico	**Sedimento**	0.002295	0.006773	Riesgo aceptable[1,2]

[1]*Para adultos (se considera un peso de 65 kg)*
[2]*Para niños (se considera un peso de 12 kg (Escenario 1) y 29 kg (Escenario 2))*
Especies de plantas (Tejidos vegetales):
[3]*Arthocarpus altilis ("Pandicho")*
[4]*Inga sp. ("Guaba")*
[5]*Vismia sp. ("Pichirina")*
[6]*Mauritia flexuosa ("Aguaje")*

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Podemos observar que el riesgo cancerígeno total (IR_T) por ingesta y contacto dérmico de suelos y sedimentos contaminados fue menor a 1, lo que sugiere que el riesgo fue aceptable.

El riesgo de ingesta de tejido vegetal para cazadores adultos, está contemplado en el cálculo del riesgo definido para los pobladores adultos el cual resulto preocupante. Así mismo el riesgo calculado para los pobladores niños, que tienen un peso menor (12kg), siendo así más vulnerables, que los cazadores niños con peso mayor (29kg) ya está contemplado en el cálculo del riesgo de ingesta de vegetales en el escenario 1 como pobladores, el cual resulto ser como preocupante.

Para esta vía de exposición de tejidos vegetales el riesgo cancerígeno fue mayor a 1, lo cual se considera como riesgo preocupante. Sin embargo, debido a que los tejidos no se consideran una matriz ambiental no se va a calcular un nivel de remediación específico (NRE). Se harán las recomendaciones para evitar su consumo por parte de la población.

4.10.2. Caracterización del Riesgo Ecológico

La caracterización del riesgo ecológico es más compleja que la de los seres humanos debido a la diversidad de especies que estarían expuestas a los CP, variando su respuesta de manera independiente frente a los contaminantes.

En ecotoxicología, los modelos de simulación de poblaciones más comunes son los genéricos o deterministas, que toman en cuenta características del ciclo de vida de los organismos y su abundancia, asociados a tasas de inhibición de crecimiento, reproducción o mortandad (Solomon et al., 2008). Estos parámetros se obtienen mediante ensayos de toxicidad con distintas especies y sustancias y se expresan como valores de CL_{50}, CE_{50} o NOEC, los cuales son utilizados por las agencias regulatorias, a partir de literatura científica y bases de datos autorizadas. A partir de esta información, se establece la concentración que no causa efectos sobre los organismos, es decir, el PNEC (Predicted No-Effect Concentration) o NEC (No-Effect Concentration, como en este estudio) (Calow y Forbes, 2003).

En la mayoría de los casos donde se evalúa el potencial efecto de una sustancia, los datos provienen de ensayos de laboratorio a corto plazo (agudos) con unas pocas especies, por lo que es necesario extrapolarlos a un ecosistema mediante los denominados 'factores de seguridad o de aplicación'. En este caso, se elige el resultado obtenido con la especie más sensible (es decir, que presenta el menor valor de CE_{50} o de NOEC) y se divide ese resultado por un factor de seguridad, de 10, 100 o 1000. Este factor es inversamente proporcional a la cantidad y calidad de los datos de toxicidad que se disponga. Como resultado de este procedimiento se obtiene un valor NEC, es decir, una concentración por debajo de la cual se estima que no se producirán efectos adversos sobre los organismos del ecosistema.

El cálculo del riesgo que presentamos es un método aceptable por la comunidad científica (Planes & Fuchs 2015, en Argentina; Callow & Forbes 2003, en Reino Unido y Dinamarca) teniendo en cuenta la información a la fecha recabada. En este cálculo, no se pretende proteger ninguna especie en particular, por el contrario, se han tomado todas las especies para las que se tiene estudios validados por USEPA (base de datos ECOTOX al 2019). A falta de información o estudios especializados en la Amazonía peruana, se puede acceder a información referencial como lo indica el ERSA, y tener precaución en el uso de estudios validados.

Si bien los modelos de caracterización de riesgo ecológico consideran a las especies más sensibles, en este estudio se vio por conveniente utilizar a las especies más tolerantes para el ecosistema acuático y terrestre. Esto se debe a consideraciones sobre el proceso evolutivo propio del sistema de gestión. En este caso, las concentraciones de algunos contaminantes fueron altas, por lo que un modelo de riesgos al inicio del proceso de remediación debería incluir a las especies mejor adaptadas a estas condiciones, es decir, las tolerantes. Conforme se recupere el ecosistema luego del proceso de remediación, se dará un proceso de sucesión que dará paso a especies más sensibles, hasta llegar a una comunidad clímax.

Para calcular el riesgo ecológico (RQ), cuya fórmula se describió en el numeral **4.4.3** del presente ERSA, se realizó una exhaustiva revisión bibliográfica de especies terrestres expuestas a contaminantes de preocupación encontrados en suelo, con la finalidad de recopilar información sobre los valores NOEC (concentración a la cual no se observa un efecto) o EC50 (concentración efectiva media).

En el suelo se encontraron concentraciones de fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40) y Pb, en suelos que superaron los valores de referencia nacional y fueron clasificados como CP. Además, se encontró HTP en sedimentos, el cual superó los valores de referencia internacionales y fueron clasificados como CP.

Una vez identificados los valores NOEC o EC50 (**Tabla 4-10, Tabla 4-11, Tabla 4-14, Tabla 4-13** y **Tabla 4-12**), se eligió el mayor valor para cada CP, para luego calcular el RQ para cada matriz contaminada (**Tabla 4-44**).

Tabla 4-41. Resumen de Valores de Referencia de Especies Terrestres Expuestas a CP en Suelos Contaminados para el Cálculo del Riesgo para Ecosistemas

Contaminante de preocupación	Especie identificada	Valor de referencia
Fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28)	*Eisenia veneta*	EC_{50}: 166 mg/kg
Fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40)	*Eisenia veneta*	EC_{50}: 166 mg/kg
Pb	*Siniella curviseta*	EC_{50}: 3212 mg/kg

Nota: Información recogida de https://cfpub.epa.gov/ecotox/
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Tabla 4-42. Resumen de Valores de Referencia de Especies de Plantas Expuestas a CP en Suelos Contaminados para el Cálculo del Riesgo para Ecosistemas.

Contaminante de preocupación	Especie identificada	Valor de referencia
Fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28)	*Sinapis alba*	EC_{50}: 1000 mg/kg
Fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40)	*Sinapis alba*	EC_{50}: 1000 mg/kg
Pb	*Avena* sp.	NOEC: 800 mg/kg

Nota: Información recogida de https://cfpub.epa.gov/ecotox/
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Tabla 4-43. Resumen de Valores de Referencia de Especies Terrestres Expuestas a CP en Sedimentos Contaminados para el Cálculo del Riesgo para Ecosistemas

Contaminante de preocupación	Especie identificada	Valor de referencia
HTP	*Eisenia veneta*	EC_{50}: 166 mg/kg

Nota: Información recogida de https://cfpub.epa.gov/ecotox/
Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Para todos estos valores de referencia se va a aplicar un factor de seguridad de 1 para el cálculo del NEC. El CEE es la concentración registrada del CP por matriz. (**Tabla 4-44**).

Tabla 4-44. Resumen del Cálculo del Riesgo Ecológico (RQ) de cada CP para Especies Terrestres y Vegetales para cada Matriz

Matriz de contaminación	Especie identificada	Contaminante de preocupación	CEE (mg/kg)	NEC (mg/kg)	RQ	Riesgo	Interpretación
Suelo	*Eisenia veneta*	F2	3960	166	23,8554	> 1	No aceptable
	Eisenia veneta	F3	22850	166	137,651	> 1	No aceptable
	Sinella curviseta	Pb	92,227	3212	0,0287	< 1	Aceptable
	Sinapis alba	F2	3960	1000	3,96	>1	No aceptable
	Sinapis alba	F3	22850	1000	22,85	>1	No aceptable
	Avena sp.	Pb	92,227	800	0,11528	<1	Aceptable
Sedimento	*Eisenia veneta*	HTP	746,8	166	4,49	>1	No aceptable

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Las concentraciones registradas en suelo y sedimentos para los CP son elevadas en el caso de F2, F3 y HTP, por lo que el riesgo calculado es mayor a 1. Esto indicaría que hay un riesgo no aceptable para el ecosistema, y que se debe reducir o tratar el estresor. El Pb en suelo produjo un riesgo aceptable para especies terrestres y plantas.

4.10.3. Caracterización del Riesgo para Recursos Naturales Abióticos

4.10.3.1. *Riesgo para Suelos y sedimentos*

En el suelo se encontraron concentraciones de fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28), F3 (>C28-C40) y Pb, las cuales superaron los valores de referencia nacionales para suelo de uso agrícola (MINAM, 2017). En el caso de sedimentos, la concentración de hidrocarburos totales de petróleo, superó el valor de referencia internacional (NSE, 2014).

En la explanada del Sitio S0104 (Botadero km 2), fueron enterradas fracciones medias y pesadas de hidrocarburos (lubricantes, grasas y aceites); las fracciones de hidrocarburos han migrado hacia sustratos inferiores de suelo hasta una profundidad aproximada de 5,0 m. La dispersión de las fracciones de hidrocarburos es específica y puntual, la dispersión de las fracciones de hidrocarburos se ha producido al entrar en contacto con las aguas pluviales de infiltración.

No se ha presentado la migración de las fracciones de hidrocarburos hacia el lecho de los cuerpos de agua estacionales; los hidrocarburos encontrados en sedimentos están asociados probablemente a una fuente que ha sido enterrada muy cerca a la ribera de los cuerpos de agua y está aportando al medio ambiente fracciones de hidrocarburos de petróleo.

La absorción y fijación de metales pesados como el Plomo (Pb) en suelo se ha presentado en los sustratos de suelo en donde han sido enterrados los residuos.

Los hidrocarburos producen efectos adversos en el suelo, al deteriorar la estructura del suelo por pérdida del contenido de materia orgánica y pérdida de nutrientes como potasio, sodio, nitratos, fosfatos y sulfatos lo que provoca la pérdida de fertilidad.

En la parte alta de la terraza, el suelo que se ha utilizado para tapar los residuos es un suelo no autóctono con un bajo contenido de materia orgánica, es un suelo permeable que propicia procesos de infiltración de las aguas pluviales.

El riesgo asociado a los sedimentos en donde se encontraron hidrocarburos totales de petróleo está asociado a procesos de dispersión y emulsificación de hidrocarburos en la fase acuosa.

Adicionalmente, debe considerarse que la bioturbación producida por la actividad (alimentación, filtración, movimiento) de los organismos bentónicos, puede influir en la remoción y propagación de contaminantes adsorbidos en las partículas de sedimento, sobre todo los hidrofóbicos (fracciones de hidrocarburos F2 y F3), lo cual lo convierte en un riesgo abiótico.

4.10.3.2. *Riesgo para cuerpos de aguas de infiltración*

La dinámica de dispersión y migración de las fracciones medias y pesadas de hidrocarburos que fueron depositadas dentro de las celdas, está afectando las aguas que por la acción de las lluvias se han infiltrado a través de fenómenos de dispersión y emulsificación. Las aguas de infiltración han migrado hasta el límite de 5,0 m, de profundidad, a esta profundidad se encuentran las capas autóctonas y continuas de arcilla, que por sus propiedades impermeables están reteniendo el flujo de las aguas pluviales hacia sustratos inferiores, no es de esperarse que las fracciones de hidrocarburos migren hacia las aguas del nivel freático porque el espesor de la capa de arcilla es superior a 1,5 m.

4.11. Análisis de Incertidumbres Incluyendo los Aspectos Relacionados a los Costos Estimados

A fin de estimar semicuantitativamente la incertidumbre se ha tenido como referencia lo establecido en la guía ERSA y se han resumido los criterios para cada tipo de incertidumbre otorgándoles un valor equitativo de 6,25%, debido a que son 16 criterios reconocidos para este estudio (Ver **Tabla 4-45**). Estos pueden luego ser ponderados por el Gestionador a fin de ajustar estos aspectos según el avance de los procesos de remediación del área de estudio.

El estudio completo finalmente alcanza una incertidumbre de 19,5%, que es el resultado de la sumatoria de las incertidumbres particulares y específicas.

Tabla 4-45. Incertidumbres establecidas para la cuenca Pastaza

Incertidumbres	Porcentajes parciales	Criterios	Porcentaje calculado
Asociadas al modelo conceptual	25%	Contaminantes	1%
		Usos de suelo	0,5%
		Rutas de exposición	0,5%
		Receptores ecológicos	1%
Asociadas a la caracterización del sitio	37.5%	Contaminantes	1%
		Metodologías en campo	0,5%
		Metodologías en laboratorio	0,5%
		Espacio	2%
		Tiempo	2%
		Contaminación cruzada	0,5%
Sobre los efectos de los contaminantes	25%	Salud humana	2%
		Salud ecosistemas	2%
		Toxicología	0,5%
		Biodisponibilidad	3%
Relativas al análisis de la exposición	12,5%	Concentraciones	0,5%
		Características	2%
		TOTAL	19,5%

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

A continuación, se detallan las Incertidumbres relacionadas con el modelo conceptual, caracterización del sitio, efecto de los contaminantes y análisis de la exposición.

4.11.1. Incertidumbres Asociadas al Modelo Conceptual

En cuanto a los contaminantes, se han incluido todos los necesarios para una adecuada cuantificación del riesgo, de manera que no surgen incertidumbres sobre efectos no contemplados. En cuanto a los suelos, la información sobre su uso es fiable. Esta incluye la caza y eventual colecta de plantas medicinales o de consumo animal, y el tránsito de pobladores. No se especifica su uso para fines agrícolas. En cuanto al tipo y frecuencia de contacto, la información que se ha podido recabar no es precisa, pues no es posible cuantificar con exactitud las veces que cada poblador entra en contacto con el suelo a través de cualquier medio (p. ej., inhalación o dérmico). Tampoco podemos establecer con exactitud el uso futuro que le dará a estos suelos. Muchos de ellos son áreas de caza o tránsito, que seguirán usándose para estos fines. Es probable que otras sean usadas para cultivos de consumo humano, pero no existe un criterio preciso para determinarlo ni se han considerado en un escenario futuro. En el análisis de riesgos para los ecosistemas, los receptores ecológicos seleccionados son los idóneos, pues contemplan los diferentes grupos potencialmente expuestos a los contaminantes de preocupación. Lo mismo se puede considerar de los parámetros de evaluación y medida del riesgo.

Para el caso de las incertidumbres del modelo conceptual se han considerado la presencia o ausencia de suficientes evidencias para determinar los usos futuros del sitio, el establecimiento adecuado de las rutas y determinación de los contaminantes de preocupación. Para este caso no se conoce bien el futuro uso del área impactada, por lo que se añade un valor de 3% (de un máximo de 25%) a esta incertidumbre.

4.11.2. Incertidumbres Asociadas a la Caracterización del Sitio

A lo largo de este estudio, los resultados han sido obtenidos a través de procedimientos estándar internacionales de toma, manipulación y análisis de las muestras. A pesar de ello, siempre se debe considerar un porcentaje de incertidumbre en cuanto a los límites inferiores de detección que emerge de la calibración de los equipos. Sin embargo, el control de calidad analítico, reduce esta incertidumbre al error aceptable en términos probabilísticos (<5%).

Una incertidumbre que surge es la correspondiente a los hidrocarburos totales de petróleo que forman parte de las fracciones F1, F2 y F3. Al ser familias de hidrocarburos que se agrupan por la longitud de su cadena hidrocarbonada, no es posible conocer la identidad de cada uno, y por lo tanto su efecto y riesgo individual.
El número de muestras colectadas en cada sitio y temporada es el adecuado y representativo. En todas ellas se ha empleado, además, el mejor criterio del muestreador en campo, lo cual supone la toma de muestras a partir de la observación y decisión en el momento.

Otra cuestión que genera incertidumbre es en qué medida las concentraciones determinadas en los distintos puntos y medios de contacto pueden variar a lo largo del tiempo, es decir, en qué medida son representativas de las concentraciones de exposición. Esto es imposible de predecir, puesto que no podemos conocer con anticipación cómo la variación de los parámetros ambientales (pH, potencial redox, humedad, etc.) va a afectar la especiación y movilidad de los contaminantes.

Por la naturaleza de los lugares de muestreo, es indispensable considerar fuentes naturales y antrópicas de contaminación. Ambas pueden tener influencia en los resultados, aunque aquellos lugares donde existe una concentración inusualmente alta de un contaminante pueden tener influencia directa de una fuente antrópica (p. ej., un efluente o botadero).

Para el caso de las incertidumbres asociadas a la caracterización del sitio se toman en cuenta las concentraciones de los CP y el efecto temporal (prospecciones) por componente ambiental (agua, suelo, sedimentos, agua subterránea). Así, entonces, para este sitio tenemos un valor de 6,5% (para un máximo de 37,5%) debido a que no se tomaron muestras comparables en las dos temporadas.

4.11.3. Incertidumbres sobre los Efectos de los Contaminantes

Como es imposible recopilar información sobre todas las variables ambientales naturales que influyen sobre las propiedades fisicoquímicas (y concentración) de los contaminantes y de los ecosistemas, se debe considerar cierta incertidumbre acerca de su efecto sobre los receptores finales. Sin embargo, para minimizar tal incertidumbre en este estudio, se ha adoptado la información toxicológica más fiable posible, sobre todo aquella sobre efectos y vías de exposición que se encuentran suficientemente demostrados de acuerdo a fuentes de reconocido prestigio. Sin embargo, el problema subsiste cuando tenemos contaminantes que, encontrándose presentes, no tienen referencias toxicológicas adecuadas sobre sus efectos.

Desde un punto de vista ecotoxicológico, no es posible estimar si la combinación de contaminantes, ya sea de un mismo o diferente tipo, tendrá efectos aditivos, sinérgicos o antagónicos. Para ello, tendría que recurrirse a la literatura en la que se haya utilizado el concepto de unidad tóxica ('mezcla equitóxica de los contaminantes') y parámetros de toxicidad, como la CL_{50}, DL_{50}, NOEC u otro para su cálculo. Sin embargo, aun cuando la evidencia científica estuviese disponible, las mezclas en campo resultan ser más complejas de lo que cualquier (bio) ensayo de toxicidad pudiese reportar.

Para el caso de las incertidumbres asociadas a los efectos de los contaminantes se consideró la suficiencia de información de los efectos sobre humanos, como su biodisponibilidad; asimismo, los niveles de factores de conocimiento de los CP por componente (agua, suelo, sedimento y agua subterránea) y su biodisponibilidad. Así, para este sitio, tenemos un valor de 7,5% (para un máximo de 25%).

4.11.4. Incertidumbres Relativas al Análisis de la Exposición

En cuanto a las incertidumbres acerca de las características biométricas (con las que no se cuentan) de las poblaciones expuestas, se ha adoptado valores referenciales de peso corporal, tasas respiratorias, etc. Siendo estos valores heterogéneos, debemos esperar que los efectos de los contaminantes sobre los individuos de las comunidades próximas también lo sean. Con respecto al comportamiento de la población, se tomaron datos de las asistentes sociales a través de entrevistas, sobre la frecuencia de tránsito y actividades (caza, pesca, juego, descanso) en los puntos de monitoreo.

Los resultados obtenidos del análisis químico, indican concentraciones en los distintos compartimentos ambientales, que se asumen como constantes en el tiempo y el espacio. Sin embargo, esto depende del tipo de contaminante, movilidad en los medios, posibilidad de degradación, etc. Por ello, no puede admitirse como una regla general que conduzca a una sobre o infravaloración de los niveles de riesgo. En todo caso, las concentraciones futuras para cada circunstancia y escenario podrán estimarse a través de modelos que reflejen mecanismos de degradación, transferencia entre medios, etc.

Para el caso de las incertidumbres asociadas al análisis de exposición se consideraron las concentraciones detectadas en la población y las características biométricas de la población. Así para este sitio tenemos un valor de 2,5% (para un máximo de 12,5%).

4.12. Determinación de los Niveles de Remediación Específicos (para humanos y receptores ecológicos).

4.12.1. Niveles de Remediación para el Escenario Humano

4.12.1.1. *Sustancias Cancerígenas*

De acuerdo a los resultados anteriores, el riesgo cancerígeno para ingesta y contacto dérmico de suelos fue menor a 10^{-5} para el escenario 2 (Ver **Tabla 4-35**), lo cual se considera como un riesgo

cancerígeno aceptable. Es por ello que no se calculará un Nivel (concentración) de Remediación Específico (NRE) para estas matrices.

En el caso de vegetales, todas las especies consideradas para el escenario 1 produjeron un riesgo preocupante. Sin embargo, al no ser consideradas matrices ambientales, no se calculará un NRE. Sin embargo, para minimizar este riesgo se proponen medidas preventivas para el consumo de especies vegetales. Las acciones de rehabilitación del área provocarán un efecto positivo sobre el medio ambiente, al disminuir la concentración de los contaminantes de preocupación.

4.12.1.2. *Sustancias No Cancerígenas*

De acuerdo a los resultados, el riesgo no cancerígeno por ingesta y contacto dérmico de suelos y sedimentos para adultos y niños en el escenario 2, fue aceptable ($IP_T<1$) (Ver **Tabla 4-40**). Es por ello que no se calculará un Nivel de Remediación Específico (NRE) para estas matrices. Por otro lado, si bien el riesgo no cancerígeno por ingesta de tejidos vegetales para adultos y niños en el escenario 1 fue preocupante ($IP_T>1$) (**Tabla 4-40**), no se va a calcular un NRE debido a que los vegetales no se consideran una matriz ambiental.

4.12.2. Niveles de Remediación para el Escenario Ecológico

En este estudio, se han identificado como especies críticas a algunos anfibios y reptiles, como *Ameiba ameiba, Kentropyx pelviceps*, y algunas aves que se alimentan de plantas y que podrían recibir contaminantes por biotransferencia, como *Anima cornuta y Ortalis guttata*, mamíferos como *Tapirus terrestris, Cuniculus paca, Hydrochoerus hydrochaeris* y *Dasypus novemcinctus*, que se alimentan de la edafofauna.
En el caso particular del Sitio S0104 (Botadero km 2), existen dos formas de distribución de los residuos industriales:

- Residuos industriales distribuidos en los taludes el área impactada: Superficialmente hay piezas construidas en metales ferrosos y no ferrosos, plásticos, vidrios, cables, caucho, etc., que están dispersos en los taludes perimetrales del área impactada, se observa una mayor densidad de residuos en el talud oriental y occidental. Algunos de estos residuos tienen el potencial de constituirse en fuentes de metales pesados como el Arsénico, Cadmio y Plomo, los cuales pueden bioacumularse y transferirse a través de la cadena trófica.

- Residuos industriales enterrados en la parte alta de la terraza: piezas metálicas, repuestos de vehículos y maqunaria pesada, están enterrados en la parte alta de la terraza a una profundidad comprendida entre 0,50 y 5,0 m. Este tipo de residuos no están expuestos al ambiente, por lo tanto, las especies tienen una baja probabilidad de estar en contacto directo con los contaminantes de preocupación (CP) identificados a través del muestreo de suelo. Las características del suelo arcilloso y limo-arcilloso, de las celdas en donde fueron enterrados los residuos, por su baja permeabilidad facilita la retención de los contaminantes en las capas inferiores, propiciando su adsorción y fijación.

En las plantas de las especies *Arthocarpus altilis* (pandicho), *Inga* sp. (guaba), *Vismia* sp (pichirina) y *Mauritia flexuosa* (aguaje), en las cuales se realizó el análisis de tejido foliar, se encontró acumulación de Arsénico (As), Cadmio (Cd), Cromo (Cr) y Plomo (Pb) en una concentración que representa riesgo cancerígeno y no cancerígeno por ingesta para adultos y niños (Ver **Tabla 4-35** y **Tabla 4-40**). Cabe señalar que la absorción radicular del As, Cd y Cr está relacionada con la concentración natural de estos metales en el suelo; la concentración de plomo en los tejidos foliares está relacionada con el Pb (Pb) que por factores antrópicos se encuentra en el suelo.

Tomando en consideración que los procesos de remediación aplican para las matrices ambientales de suelo, agua y sedimentos, y no aplican para las plantas ni animales, se recomienda tener en consideración lo siguiente:

- Implementar medidas de control para evitar o minimizar el consumo de vegetales en niños y adultos, a través de la debida información y divulgación de dicho riesgo en la comunidad.

- Las especies vegetales que se planten en las acciones de reforestación, no deben ser especies de panllevar ni productos agrícolas de primera necesidad.

En los sedimentos, la concentración de hidrocarburos totales de petróleo es igual a 746 mg/kg, valor que es mayor al estándar de referencia de "*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*. (500 mg/kg).

El riesgo cancerígeno total (IR_T) por ingesta y contacto dérmico de sedimentos, fue menor a 10^{-5}, para adultos y niños y por lo tanto el riesgo es aceptable, aún así se recomienda retirar el sedimento/suelo del cuerpo de agua estacional en donde se identificó la presencia de HTP (C9-C40).

El retiro de los residuos que están enterrados, implica realizar excavaciones mecánicas hasta una profundidad 5,0 m. Esta labor producirá una perturbación moderada en el ecosistema debido a que en sectores adyacentes al área en donde están enterrados los residuos, crecen árboles que será necesario talar para que la maquinaria pueda transitar y realizar el movimiento de tierras. Será necesario realizar también el movimiento de tierra de los taludes perimetrales del área impactada para efectos de retirar los residuos industriales que están distribuidos superficial y sub superficialmente.

En vegetales se identificaron al As, Cd, Cr y Pb. Teniendo en cuenta que se han considerado los efectos en un vegetal y organismo de manera indirecta y que los valores del NOEC o EC50 para las especies analizadas son referencias ecológicas, por lo tanto, no corresponde calcular un Nivel de Remediación Específico (NRE) para los contaminantes de preocupación señalados al tratarse de especies terrestres y vegetales, proponiéndose relacionar estos aspectos con los identificados en el riesgo abiótico, de forma que abarquen la protección de las especies ecológicas propias del área.

4.12.3. Nivel de Remediación para Proteger los Recursos Naturales Abióticos

Las medidas de protección de los recursos abióticos, dependiendo de la naturaleza de las fuentes y del impacto que se está generando sobre el suelo y sedimentos, tendrán un manejo diferenciado.

No se calculó el nivel de remediación específico porque el riesgo cancerígeno total (IR_T) por ingesta y contacto dérmico con suelos y sedimentos, tanto para adultos como para niños, es menor a 10^{-5}, siendo aceptable.

Se determinó un Nivel de remediación considerando, entre otros factores, la naturaleza, propiedades fisicoquímicas, el grado de especiación y la toxicidad de los contaminantes identificados en las matrices de suelo y sedimentos, así como también la vulnerabilidad del componente ecológico y abiótico y el riesgo de biotransferencia y magnificación de los metales pesados, por lo tanto, es procedente inmovilizar o reducir la concentración de los contaminantes de preocupación, tomando como referencia estándares y parámetros de referencia reglamentados en la Normatividad nacional o internacional.

Es importante realizar la remoción, clasificación y retiro del área de los residuos que están enterrados para evitar que se siga presentando la dispersión de fracciones de hidrocarburos y la deposición en suelo de metales pesados como Bario, Cadmio y Plomo.

A continuación, se detallan las acciones específicas que serán implementadas para la protección de los recursos abióticos:

- **Suelos impregnados con hidrocarburos**

Las fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40), están dispersas en sitios específicos y puntuales, a una profundidad que oscila entre 0,3 y 1,5 m. Para evitar que estas fracciones de

hidrocarburo que han sido absorbidas a través del espacio interlaminar de los sustratos de suelo, como consecuencia de fenómenos de dispersión, emulsificación y disolución, contaminen las aguas de infiltración, deben ser retiradas de los sectores en donde se encuentran, para luego ser transportadas a un área de remediación de suelos impregnados con hidrocarburos para reducir la concentración de HTP y evitar que la matriz de suelo siga siendo impactada. Por tratarse de fracciones medias y pesadas de hidrocarburos, con propiedades hidrofóbicas y persistentes en el medio ambiente, se recomienda reducir su concentración.

Para el caso de la fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28), se recomienda reducir su máxima concentración de 3960 a 3000 mg/kg, para el caso de la fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40), reducir la concentración máxima de 22850 mg/kg a 10000 mg/kg. Cabe mencionar que la reducción del porcentaje de una fracción incidirá favorablemente en la reducción de la concentración de la otra fracción.

- **Suelos en los cuales se han depositado metales pesados**

Tanto en el sector central como en los sectores perimetrales del área, se dispusieron superficialmente y enterraron hasta una profundidad de 5,0 m, residuos industriales que están aportando al suelo metales pesados como Arsénico (As), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb), los cuales tienen la propiedad biotransferirse y magnificarse a través de la cadena trófica.

Las plantas como *Arthocarpus altilis* (pandicho)*, Inga sp*., *Vismia sp*., están absorbiendo radicularmente los metales que en su forma natural se encuentran en el suelo como son Arsénico, Cadmio y Cromo, pero también están absorbiendo y bioacumulando el Plomo adicional que como resultado de procesos antrópicos se ha depositado en el suelo.

Se recomienda tratar por medios fisicoquímicos, el suelo que ha estado en contacto con las fuentes de metales, para quelar o extraer al Plomo por tratarse del metal pesado que se ha bioacumulado en los tejidos foliares. La máxima concentración registrada del Plomo es igual a 314 mg/kg (UCL95: 92,22). Se recomienda reducir la concentración del Plomo (Pb) a 70 mg/kg, para minimizar el riesgo asociado a procesos de acumulación y biotransferencia del metal.

El Cadmio por su afinidad química está asociado al Plomo, los procesos de extracción química del Plomo darán lugar también a la formación de enlaces químicos para la extracción del Cadmio, por lo tanto, la reducción en la concentración de Plomo, incide directamente en la reducción de la concentración del Cadmio. La máxima concentración registrada es igual a 5,8 mg/kg y el UCL95 es equivalente a 1,31, es de esperarse que la concentración del Cadmio se reduzca a niveles inferiores a 1,4 mg/kg.

El extracto de TCLP de metales pesados como el As, Ba, Cd, Cr, Hg y Pb, arrojó valores inferiores al límite establecido por el *Code of Federal Regulations of USA*, esto indica que presumiblemente, en el sitio los metales objeto del estudio, no están produciendo lixiviados tóxicos.

- **Sedimentos con presencia de hidrocarburos totales de petróleo (C9-C40)**

El muestreo de sedimentos se realizó en dos cuerpos de agua que son estacionales, en uno de los cuerpos de agua la concentración de los hidrocarburos totales de petróleo (C9-C40) es igual a 746 mg/kg, valor que es superior al estandar de referencia de "*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*".

Se recomienda retirar estos sedimentos/suelo del lecho del cuerpo de agua estacional y reducir su concentración a 500 mg/kg.

- **Aguas de infiltración**

Se recomienda que las aguas pluviales de infiltración que han entrado en contacto con las grasas y lubricantes que han sido enterrados en celdas concretas y específicas del sitio, sean enviadas a una

planta de tratamiento para remover las fracciones que estén disueltas y dispersas (No se tienen resultados analíticos de las propiedades fisicoquímicas de las aguas de infiltración debido a que no se cuentan con normas de referencia para realizar análisis comparativo).

Cabe añadir que el en límite de la contaminación de 5,0 m, de profundidad, se encuentran las capas autóctonas y continuas de arcilla, que por sus propiedades impermeables están reteniendo el flujo de las aguas pluviales hacia sustratos inferiores, no es de esperarse que las fracciones de hidrocarburos migren hacia las aguas del nivel freático porque el espesor de la capa de arcilla es superior a 1,5 m.

- **Niveles de remediación teniendo como referencia estándares ECA para suelos de uso agrícola**

Teniendo en cuenta el concepto del Plan de Rehabilitación, cuyo objetivo es recuperar las características naturales del sitio se plantea un Nivel de Remediación de Mayor Protección definido a partir de la normativa peruana ECA para suelo de uso agrícola.

Así mismo teniendo en cuenta factores de índole social y considerando la importancia ancestral que como patrimonio representan los territorios impactados para las Comunidades Nativas, se determino que la concentración objetivo de la fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40), sea de 3000 mg/kg y de las fracciones F2 (>C10-C28) a 1200 mg/kg, valores que son equivalentes a la concentración reglamentada en los Estándares de Calidad Ambiental para suelo de uso agrícola. Para los metales pesados como Cd y Pb, el nivel de remediación corresponderá también a los estándares definidos en el ECA para suelo de uso agrícola.

El nivel de concentración de una sustancia, establecido en el ECA, indica que, dentro de estos límites, no existe un riesgo significativo para la salud de las personas ni para el medio ambiente.

No obstante, cabe señalar que alcanzar estos niveles de rehabilitación, representa un gran reto tecnológico y económico, porque la deficiencia de Carbono en el suelo, cuando la concentración es inferior a 10000 mg/kg, reduce la velocidad y la efectividad de los procesos de descomposición de las fracciones de hidrocarburos.

Para el caso de los sedimentos, se recomienda reducir la concentración de los hidrocarburos totales de petróleo hasta alcanzar el estándar de referencia de *"Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia".*

A continuación, en la **Tabla 4-46,** se muestran los niveles de remediación establecidos para la matriz de suelo y sedimentos.

Tabla 4-46. Niveles de Reducción de los Contaminantes de Preocupación para Suelo

Matriz de contaminación	Contaminante de preocupación	Máxima Concentración (mg/kg)	Nivel de Remediación Específico (mg/kg)	Nivel de Remediación de Mayor Protección
Suelo	Fracciones de hidrocarburos F2	3960	N.A.	1200[1]
	Fracciones de hidrocarburos F3	22850	N.A.	3000[1]
	Cadmio	5,8	N.A.	1,4[1]
	Plomo	314	N.A.	70[1]
Sedimentos	Hidrocarburos totales de petróleo	746	N.A.	500[1]

[1]En este caso el NRE recomendado, alcanza el NRE de mayor protección.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

4.13. Conclusiones y Recomendaciones

- El riesgo cancerígeno total (IR_T) por ingesta y contacto dérmico de suelos, fue menor a 10^{-5}, para adultos y niños, siendo el riesgo aceptable.

- No se calculó el IR_T por ingesta y contacto dérmico de sedimentos debido a la falta de valores del factor de pendiente de cáncer para los hidrocarburos totales de petróleo.

- Al no tener valores de factor de pendiente de cáncer o factor de riesgo unitario para las fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40) presentes en el suelo y para los compuestos orgánicos presentes en sedimentos, el cálculo del IR_T podría estar siendo subestimado.

- El riesgo no cancerígeno por ingesta y contacto dérmico de suelos y sedimentos fue aceptable ($IP_T<1$) para adultos y niños.

- No se calculó el nivel de remediación específico para el riesgo cancerígeno, así como tampoco para el riesgo no cancerígeno por exposición a suelos y sedimentos contaminados debido a que dichos riesgos resultaron ser aceptables.

- Los resultados analíticos de suelo, indican que la mayor concentración de metales se encuentra en la superficie de contacto entre los sustratos de suelo y la fuente del metal, por lo tanto, estas capas de suelo tienen un mayor potencial de contener concentraciones elevadas de metales y requieren de un manejo especial al retirar los residuos del área, se recomienda clasificar estas capas y aplicar acciones de remediación, para reducir el riesgo de acumulación de metales pesados en el componente abiótico.

- Se evaluó la presencia de metales en la especies vegetales *Inga sp.* (Guaba), *Artocarpus altilis* (Pandicho) y *Mauritia flexuosa* (Aguaje), utilizadas como alimento, y de *Vismia sp.* (Pichirina), utilizada como planta medicinal; estas especies están absorbiendo el Arsénico (As), el Cadmio (Cd) y el Cromo (Cr), metales que en su forma natural pueden encontrarse en el suelo, también están bioacumulando el Plomo adicional que probablemente por factores antrópicos está disponible en el suelo. La concentración de estos metales en los tejidos foliares es superior a los estándares de referencia de la Comunidad Europea (CE), CODEX alimentario y MERCOSUR. El riesgo cancerígeno total (IR_T) para niños y adultos, por ingesta, fue mayor a 10^{-4}, lo que sugiere un riesgo no aceptable. Considerando que los arsenicales inorgánicos son más tóxicos que los organoarsénicos, que para la estimación del riesgo cancerígeno se tomó el valor de la Dosis de referencia del Arsénico (As) inorgánico y que el método analítico del laboratorio determina la concentración total de Arsénico (As), es probable que se esté sobre estimando el riesgo por ingesta de vegetales con contenidos de Arsénico porque no se están diferenciando las concentraciones ni los parámetros del arsénico orgánico del inorgánico.

- La información del muestreo de tejido vegetal no permite establecer con total exactitud, si la acumulación de metales como el Arsénico (As), Cadmio (Cd) y Cromo (Cr), está relacionada única y exclusivamente con la absorción radicular de estos metales que en su forma natural o por factores antrópicos están presentes en el suelo.

- El riesgo no cancerígeno por ingesta de tejidos vegetales para los pobladores fue preocupante ($IP_T>1$) para las especies vegetales *Inga sp.* (Guaba), *Artocarpus altilis* (Pandicho) y *Mauritia flexuosa* (Aguaje), utilizadas como alimento, así como también para la *Vismia sp.* (Pichirina), la cual tiene un uso medicinal.

- Si bien el riesgo cancerígeno fue no aceptable y el riesgo no cancerígeno calculado por ingesta de tejidos vegetales fue preocupante, no se va a calcular un nivel de remediación específico (NRE) debido a que las plantas no son consideradas una matriz ambiental.

- Teniendo en cuenta factores de índole social, la importancia ancestral que como patrimonio representan los territorios impactados para las Comunidades Nativas y considerando el concepto del Plan de Rehabilitación, cuyo objetivo es recuperar las características naturales del sitio se plantea un Nivel de Remediación de Mayor Protección definido a partir de la normativa peruana ECA para suelo de uso agrícola, se determina por lo tanto que la concentración objetivo de la fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40), se reduzca de su máximo valor de 22850 mg/kg a 3000 mg/kg y para las fracciones F2 (>C10-C28), de 3960 mg/kg a 1200 mg/kg, valores que son equivalentes a la concentración reglamentada en los Estándares de Calidad Ambiental para suelo de uso agrícola, cabe mencionar que la reducción en la concentración de una fracción incidirá en la disminución de la concentración de la otra fracción de hidrocarburos.

- Para los metales pesados como Cd y Pb, el nivel de remediación corresponderá también a los estándares definidos en el ECA para suelo de uso agrícola. La reducción de la concentración del Plomo en suelo hasta el nivel de 70 mg/kg, que corresponde al límite de referencia para el ECA para suelo de uso agrícola, reducirá el riesgo potencial de absorción, magnificación y transferencia del Plomo.

- El Cadmio por su afinidad química está asociado al Plomo, por lo tanto, la reducción en la concentración de Plomo, incide directamente en la reducción de la concentración del Cadmio. La máxima concentración registrada es igual a 5,8 mg/kg, es de esperarse que la concentración del Cadmio se reduzca a niveles inferiores a 1,4 mg/kg.

- Se realizaron pruebas de TCLP, para determinar la movilidad de los contaminantes inorgánicos y analizar si el extracto generado durante la lixiviación de metales como el Arsénico, Bario, Cadmio, Cromo, Mercurio y Plomo se clasifican como peligrosos. Los resultados obtenidos no superan el límite establecido por el *Code of Federal Regulations of USA.*

- Debido a que la interacción química de los metales pesados con los componentes orgánicos e inorgánicos del suelo y factores ambientales como la humedad, el oxígeno, producen cambios en el estado de oxidación de los metales pesados y alteran su solubilidad, grado de toxicidad, movilidad y disponibilidad, se recomienda, remover, clasificar y retirar del área las fuentes que tienen el potencial de lixiviar metales pesados.

- Considerando que los sedimentos del cuerpo de agua estacional tienen una estructura física y química análoga al suelo, serán tratados conjuntamente con el suelo en celdas compartidas para la aplicación de una técnica unificada, se recomienda también, por aspectos de índole social, reducir su concentración al estándar de referencia de "*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia".* (500 mg/kg).

- Las acciones de rehabilitación de la matriz de sedimentos, se podrán implementar y ejecutar manualmente para retirar del fondo del cuerpo de agua estacional los hidrocarburos totales de petróleo (C9-C40), de esta forma se minimiza el impacto negativo que causaría la deforestación de los corredores que sería necesario construir para el tránsito de maquinaria pesada.

- Las acciones de remediación se darán por concluidas cuando, el UCL95 de cada uno de los contaminantes de preocupación sea igual o menor al estándar de referencia de cada matriz.

- El riesgo para los ecosistemas fue no aceptable para las fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28), F3 (>C28-C40) en suelo; hidrocarburos totales de petróleo, en sedimentos, por lo tanto, se recomienda reducir o tratar al estresor. Sin embargo al cuantificarse el riesgo sobre los ecosistemas tomando como referencia especies terrestres y vegetales, no corresponde calcular un nivel de remediación específico (NRE) para los contaminantes de preocupación señalados. Los cálculos de riesgo han sido realizados tomando como referencia datos referenciales de especies distintas a las registradas en este estudio, lo que podría generar incertidumbre.

- La implementación de las acciones de remediación planteadas para el componente abiótico, reducirá significativamente el riesgo para los ecosistemas.

- Mantener especial cuidado sobre el consumo de las especies de vegetales debido a la potencial acumulación de Arsénico, Cadmio, Cromo y Plomo en sus tejidos; esta debe ser una prioridad dentro de los procesos de socialización y divulgación con la comunidad nativa.

- Las especies vegetales que se siembren en la fase de reforestación, no deben ser especies de pan llevar ni productos agrícolas de primera necesidad debido al riesgo inherente de absorción de metales pesados que en su forma natural o como resultado de acciones de origen antrópico se encuentren en el suelo.

- Si bien los cálculos obtenidos indican que para el escenario de ingesta y contacto dérmico con suelo y sedimentos, debe tenerse en cuenta que el peligro es inherente y que puede variar de acuerdo a la exposición de las personas, de la fauna y la flora, y según las condiciones variables del ambiente (época húmeda y seca). Por ello, y dado que algunos de los contaminantes de preocupación en suelo y sedimentos superan los estándares de calidad ambiental nacionales o internacionales, se recomienda elaborar la(s) propuesta(s) de rehabilitación respectivas, con la finalidad de reducir los niveles de exposición y riesgos identificados a partir del suelos y sedimentos y, en consecuencia, en tejidos vegetales donde llegó a ser preocupante.

5. ACCIONES DE REMEDIACIÓN Y REHABILITACIÓN

5.1. Objetivos Generales y Específicos de la rehabilitacion del sitio considerando los resultados del ERSA, y factores socioculturales de las poblaciones locales.

5.1.1. Objetivo General

Definir la alternativa de remediación más adecuada para la reducción de los contaminantes de preocupación identificados en el Sitio S0104 (Botadero Km 2), con el objeto de llegar a un nivel de riesgo aceptable sobre los receptores en los distintos escenarios previamente identificados en el ERSA.

5.1.2. Objetivos Específicos

- Evaluar las alternativas de remediación en base a una matriz de selección de tecnologías que contempla criterios técnicos económicos, ambientales y sociales, con el fin de seleccionar la mejor alternativa posible para su implementación en el sitio impactado.

- Analizar la relación Costo/Efectividad de las tres alternativas de remediación más viables, teniendo en cuenta los aspectos de logística, insumos, maquinaria y equipos necesarios para la aplicación de las acciones de remediación.

- Seleccionar la alternativa más viable para el sitio impactado considerando criterios técnicos, logísticos, sociales, ambientales y económicos

- Describir las acciones de la alternativa de remediación seleccionada que cumpla con la aptitud técnica teniendo en cuenta los contaminantes de preocupación, la matriz a intervenir y las respectivas características del sitio impactado.

- Identificar las medidas de manejo ambiental y las acciones de control y seguimiento que deberán aplicarse antes, durante y después de la ejecución de la alternativa seleccionada.

- Definir las acciones más adecuadas para la remoción de residuos enterrados y superficiales del Sitio S0104 (Botadero Km 2), con el fin de minimizar el riesgo que estos puedan generar sobre los diferentes receptores.

5.2. Justificación

Las actividades petroleras desarrolladas en el Lote 192 (ex Lote 1 AB) desde 1971 han generado impactos ambientales que afectan la salud de las personas y de los ecosistemas, alterando así las relaciones socio económicas y ambientales de quienes allí habitan, desencadenando conflictos socio políticos entre las comunidades y demás partes interesadas; esta situación de alteración del medio ambiente y la relación estrecha que existe entre las comunidades y el territorio, estableció la necesidad, para que basado en un fundamento técnico socio-ambiental, se definieran las acciones de remediación que deben ser ejecutadas para minimizar, controlar y/o reducir los impactos ambientales y riesgos a la salud que pueden generarse en el Sitio S0104 (Botadero Km 2).

Las consecuencias de las alteraciones ambientales y socioeconómicas no gestionadas en el sitio tienen como resultado, impactos negativos sobre el equilibrio ecológico y la salud humana, producto de las actividades que se desarrollaron o aún siguen desarrollándose asociadas a la producción de hidrocarburos en el lote 192 (ex Lote 1 AB).

Las evidencias encontradas durante la caracterización del Sitio S0104 (Botadero Km 2) justifican la necesidad de intervención del mismo, por medio de la aplicación de una o varias tecnologías de remediación que contribuyan con la resiliencia y el retorno de los ecosistemas endémico selváticos

que caracterizan a la zona, además de la reducción a niveles de riesgo a la salud y el medio ambiente aceptable, permitiendo en un futuro la disponibilidad de servicios ecosistémicos en la zona.

5.3. Propuesta de Uso Futuro del Sitio Impactado, en función de las consideraciones técnicas posibles y la vocación del suelo intrínsecamente, incluyendo el uso actual y el proyectado.

Se sugiere definir la propuesta para el uso futuro del sitio impactado en base en lo establecido en el Artículo 33 del D.S. Nº 018-2015-MINAGRI, Decreto Supremo que aprueba el Reglamento para la Gestión Forestal, considerando que el uso adecuado será el de Bosques en tierras de comunidades campesinas y comunidades nativas en el marco del ordenamiento forestal. Se complementa lo anterior con el Artículo 21 del D.S Nº 021-2015-MINAGRI, Decreto Supremo que aprueba el reglamento para la gestión forestal y de fauna silvestre en comunidades nativas y comunidades campesinas, en el cual este tipo de bosques se encuentran en el interior de las tierras o territorios comunales de las comunidades campesinas y comunidades nativas tituladas; por lo tanto, se aplica este uso futuro del sitio para la comunidad nativa de Nuevo Porvenir, donde se ubica el sitio impactado S0104 (Botadero Km 2). Es importante considerar que el sitio puede contemplar usos futuros a nivel social y ecológico, el primero que estará fundamentado en la práctica de actividades de caza en el sitio S0104 (Botadero Km 2), esto a raíz de la recuperación progresiva del sitio y posterior a la implementación de actividades relacionadas con la ejecución de las alternativas de remediación. El uso ecológico, hace referencia a la interacción entre los géneros de fauna y flora, dada la recuperación forestal en el sitio.

Por lo tanto, con el objetivo de llegar a una recuperación forestal del lugar y darle uso al sitio impactado, que será objeto de tratamiento, se propone cultivar especies vegetales que fueron identificadas en la caracterización florística desarrollada en el Sitio S0104 (Botadero Km 2), entre las cuales se reconocen especies como: *Socratea exorrhiza* (Cashapona), *Croton palanostigma* (Purmacaspi), *Annona sp.* (Anonillo), así como la especie *Miconia sp*. (Cainillo) y la especie *Ficus sp.* (Renaquillo).

5.4. Alcance de la Rehabilitación

El alcance de la remediación del sitio impactado comprende la reducción de la concentración o inmovilización de los contaminantes de preocupación hasta un nivel en el que estos no generen un riesgo a los diferentes receptores, a través de la aplicación de técnicas que logren remediar, remover y/o inmovilizar la movilidad y la biodisponibilidad de esos contaminantes de preocupación.

Por lo tanto, el alcance de la remediación para el Sitio S0104 (Botadero Km 2) está enfocado en los componentes de suelo y sedimentos, de acuerdo con los resultados del ERSA. Dado que, en la matriz de suelo, los contaminantes de preocupación correspondientes a las fracciones de hidrocarburos (F2 y F3) y los metales Pesados (Cadmio y Plomo), generan un riesgo abiótico no aceptable; para evitar que se presenten procesos de disolución, emulsificación y dispersión en el suelo, se establece el máximo permisible en suelo sea lo establecido en el D.S. N° 011-2017-MINAM, con los estándares de calidad (ECA) para suelo agrícola, que corresponde a 1200 mg/Kg y 3000 mg/Kg, 1,4 mg/kg y 70 mg/kg respectivamente; teniendo en cuenta los factores de índole social y considerando la importancia ancestral que representan los territorios impactados para la Comunidad Nativa de Nuevo Porvenir, así como también el concepto del Plan de Rehabilitación, cuyo objetivo es recuperar las características naturales del sitio. En el caso de la matriz de sedimentos, el contaminante de preocupación corresponde a HTP (Hidrocarburos Totales de Petróleo) los cuales generan un riego abiótico no aceptable, se recomienda que la concentración objetivo de hidrocarburos totales de petróleo (HTP (C9-C40), sea igual a la concentración establecida en el estándar de referencia de "*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia*"

También el alcance comprende la remoción de los residuos enterrados y superficiales pertenecientes a la industria petrolera identificados en el sitio S0104 (Botadero Km 2).

5.5. Descripción y Análisis de las Alternativas de Remediación

5.5.1. Descripción de las Alternativas de Remediación

5.5.1.1. *Suelo*

Las alternativas de remediación seleccionadas para el tratamiento del suelo del Sitio S0104 (Botadero Km 2), fueron definidas de acuerdo con la naturaleza del sitio, el contaminante de preocupación y la profundidad en la que se encuentran. Para el Sitio S0104 (Botadero Km 2), los contaminantes de preocupación de acuerdo al ERSA son: Fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40) y metales pesados como lo son Cadmio (Cd) y Plomo (Pb).

5.5.1.1.1. Alternativas de Remediación Viables para el Sitio Impactado

En la **Tabla 5-1**, se describen las diferentes técnicas de remediación que resultaron viables en el sitio impactado de acuerdo con el análisis de viabilidad realizado, teniendo en cuenta un tratamiento para suelos con contaminación mixta la cual hace referencia a hidrocarburos y metales.

Tabla 5-1. Descripción de las Técnicas de Remediación Aplicables al Sitio S0104 (Botadero Km 2)

Técnica	Características	Tratamiento de agentes contaminantes		Sustancias/ Insumos	Equipamientos	Tiempo	Limitaciones	Viabilidad de aplicación en el Sitio
		Orgánicos	Metales Pesados					
Contaminación por Hidrocarburos Totales de Petróleo								
Electro biorremediación (Electrocinética + bioestimulación)	La electrobiorremediación es la técnica híbrida que suma los efectos de la electrorremediación a la degradación bacteriana de diferentes contaminantes. (Baztan, Pucci O.H., & Pucci G.N., 2015).[32] Esta técnica consiste en la aplicación de corriente eléctrica directa al suelo y según el tipo de contaminante, ocurren dos fenómenos: 1) Ayuda a la biodegradación de los contaminantes orgánicos, dado que aumenta la biodisponibilidad de nutrientes y facilita que los microorganismos los aprovechen; y 2) migración de contaminantes, en este caso la corriente eléctrica provoca que los contaminantes se trasladen hacia los electrodos para que sean retirados o inmovilizados. (Ibarra, 2015).[33]	Amplio espectro de contaminantes orgánicos biodegradables.	NO	Agregar fertilizantes para cumplir con la relación N/P/K	Electrodos de aleaciones especiales y otros comunes. Agentes oxidantes. Fuente de poder.	MESES	• El proceso no es rentable para las altas concentraciones del contaminante debido a las grandes cantidades de agente oxidante requerida. • Se requiere que se realicen ensayos piloto en campo, con el fin de conocer el comportamiento del suelo a tratar del lote bajo un campo eléctrico y verificar los porcentajes de remoción presentados en bibliografía. • Se debe minimizar el contenido de aceites y grasas en la matriz contaminada para optimizar la eficiencia del proceso a través de la aplicación de un desengrasante. • Para la implementación in situ se requiere seleccionar áreas con suelos de estructura homogénea, para evitar heterogeneidad de campo eléctrico.	Viable por las características del suelo que tienen los sitios contaminados, ya que la técnica es eficaz solo en suelos con elevado contenido de humedad. Requiere que el suelo tenga la capacidad de conducir la corriente eléctrica (conductividad eléctrica).
Tratamiento biológico en fase líquida - bioslurry	Técnica que utiliza un contenedor de medio líquido (biorreactor), en donde es introducida una mezcla (suelo contaminado con agua), la cual se agita mecánicamente para mantener los sólidos suspendidos y	Amplio espectro de contaminantes orgánicos biodegradables.	NO	Mezclar el suelo con material de volumen (arena, desechos orgánicos como aserrín, cáscara de arroz, de nuez) para	Reactores agitados/ aireados de gran tamaño. Puede realizarse en pozas impermeabilizadas.	SEMANAS	• Se requiere la excavación del medio contaminado. • Los suelos heterogéneos y los suelos arcillosos pueden crear serios	Viable en suelos homogéneos de tipo limo-arenoso para la remoción de concentraciones altas

[32] Baztan, M. S., Pucci OH & Pucci GN. (2015). Electrobiorremediación de un suelo con una contaminación antigua de hidrocarburo. Acta Biológica Colombiana, 145-152.

[33] Ibarra, J. (2015). Electrobiorremediación, una técnica innovadora para la limpieza de suelos contaminados. Sonora, México.: Universidad de Sonora.

000380

Técnica	Características	Tratamiento de agentes contaminantes		Sustancias/ Insumos	Equipamientos	Tiempo	Limitaciones	Viabilidad de aplicación en el Sitio
		Orgánicos	Metales Pesados					
	se airea mediante burbujeo para estimular la biodegradación aeróbica de los contaminantes. (Ortiz, Sanz, Dorado, & Villar, 2007).[34]			incrementar su permeabilidad al aire y agregar fertilizantes que incorporen NPKS.			problemas de manejo de materiales. En presencia de contaminantes en fase libre, es imperativo, los cuales deben ser retirarlos antes de efectuar el tratamiento. • El desecamiento de suelos de textura fina después del tratamiento puede ser costosos. • Se requiere un método aceptable para disponer las aguas residuales no recicladas.	de hidrocarburos pesados.
Landfarming (ex situ/on site u off site)	Tratamiento de recuperación biológica que reduce la concentración de hidrocarburos del petróleo de peso mediano mediante microorganismos. Esta técnica se aplica mediante la excavación del suelo, el cual es extendido en una delgada capa (no más de 0,5 metros) sobre la superficie del lugar donde se está realizando recuperación y se estimula mediante la actividad microbiana aeróbica a través de la aireación y/o adición de nutrientes, minerales y agua. (Ortiz, Sanz, Dorado, & Villar, 2007).	Hidrocarburos del petróleo de peso mediano.	NO	Mezclar el suelo con material de volumen (arena, desechos orgánicos como aserrín, cáscara de arroz, de nuez) para incrementar su permeabilidad al aire y agregar fertilizantes que incorporen NPKS.	Maquinaria agrícola estándar para operación de rastreo de suelo (mangueras de riego y aspersores rotativos).	SEMANAS	• Requiere una gran cantidad de espacio. • Las condiciones que afectan la degradación biológica de los contaminantes (por ejemplo, la temperatura, la caída de la lluvia) son en gran parte incontroladas, lo que aumenta el tiempo para completar la remediación. • Requiere control del polvo, especialmente durante la labranza y otras operaciones de manipulación de materiales. • Requiere construir y vigilar instalaciones de recolección de escorrentía.	Viable mejorando las condiciones permeables del suelo y aplicando la técnica bajo techo para evitar la saturación de agua en el suelo y lixiviación de contaminantes.
Bioceldas o biopilas (ex situ/on site u off site)	Consiste en apilar el suelo contaminado en montones o pilas sucesivas y se estimula la actividad microbiana aerobia mediante aireación, forzando la circulación de aire mediante su inyección o extracción a través de conductos	Derivados del petróleo, compuestos orgánicos volátiles halogenados y no	NO	Mezclar el suelo con material de volumen (arena, desechos orgánicos como aserrín, cáscara de arroz, nuez, entre otro) para	Maquinaria agrícola estándar para operación de rastreo de suelo Geomembrana	MESES	• Requiere la excavación de suelos contaminados. • Requiere verificar la biodegrabilidad de los contaminantes y las tasas apropiadas de oxigenación y carga de nutrientes	Viable en suelos con características franco arenosos, por lo que para los suelos del lote se deben incorporar materiales que aumenten la

[34] Ortiz, I. B., Sanz, J. G., Dorado, M. V., & Villar, S. F. (2007). Técnicas de recuperación de suelos contaminados. Madrid: madridmasd.

000381

Técnica	Características	Tratamiento de agentes contaminantes		Sustancias/ Insumos	Equipamientos	Tiempo	Limitaciones	Viabilidad de aplicación en el Sitio
		Orgánicos	Metales Pesados					
	perforados emplazados dentro de la pila de material y adición de nutrientes, minerales y agua, obteniendo la degradación a través de la respiración microbiana. (Eweis, Ergas, & Schroeder, 1998).[35].	halogenados, compuestos orgánicos semivolátiles y pesticidas.		incrementar su permeabilidad al aire y agregar fertilizantes que incorporen NPKS.			mediante pruebas de tratabilidad. • Requiere más tiempo para completar la remediación que los procesos de Landfarming.	permeabilidad del suelo con el fin de lograr la degradación de los contaminantes.
Bioestimulación enzimática (ex situ on site)	Esta técnica está basada en la aplicación de enzimas que aceleran las reacciones químicas de transformación y biodegradación de los hidrocarburos y, en la generación de condiciones propicias de pH, humedad, temperatura y nutrientes para incrementar en forma exponencial la reproducción de microorganismos nativos que tienen la propiedad de degradar hidrocarburos (Varichem International, 2018)[36]	Hidrocarburos Totales de Petróleo	NO	Insumos para el tratamiento de suelos como: modificador de arcillas Nivelador de pH Emulsificante Desengrasante (Rompedor de Cadenas de Hidrocarburos) Enzimas y Nutrientes	Impermeabilización de celdas de remediación con geomembrana; Excavadora y/o Tractor con arado para el proceso mecánico de homogenización y oxigenación; sistemas de bombeo y aspersión.	SEMANAS	• Se necesita controlar y regular las propiedades del suelo como porcentajes de humedad, contenido de nutrientes, para garantizar el crecimiento bacteriano.	Viable, controlando las condiciones de lluvia en la zona a remediar. Se debe tener en cuenta que la altura máxima que debe alcanzar el suelo afectado dispuesto en la celda de remediación debe ser no mayor a 1,5 metros.
Fitorremediación	Conjunto de tecnologías por medio de las cuales se utilizan varias plantas que tengan la capacidad fisiológica y bioquímica para asimilar, metabolizar, detoxificar o inmovilizar compuestos orgánicos, radioactivos y petroderivados para transformarlos en formas menos nocivas. (Aros, 2007)[37].	Solventes, hidrocarburos aromáticos policíclicos, crudo.	SI	La especie Pasto Egipto Brachiaria mutica fue utilizado para la degradación de petróleo en un suelo impactado hace 25 años; este pasto es una especie vegetal tolerante a efectos fitotóxicos (80000 PPM HTP).	Vivero para cultivo de plantas, útiles para labores de siembra. Transporte para desplazamiento de personal y plantas a los lugares de siembra.	AÑOS	• Se limita a suelos poco profundos. • Las altas concentraciones de materiales peligrosos pueden ser tóxicas para las plantas. • Puede ser estacional, dependiendo de la ubicación. • No es eficaz para los contaminantes fuertemente sorbidos y débilmente absorbidos. • No siempre se conoce la toxicidad y biodisponibilidad de los productos de biodegradación.	Viable en las capas superiores del suelo para la remediación de áreas contaminadas con metales pesados y baja concentración de hidrocarburos.

[35] Eweis, J., Ergas, D., & Schroeder, C. (1998). Bioremediation principles. McGraw-Hill International.

[36] Varichem Internatinal, Inc, (2018). "Remediade" a product for oil spill cleanup using microbes.

[37] Aros, E. (2007). Aplicación y alcances de la Fitorremediación como una alternativa de saneamiento ambiental.

000382

Técnica	Características	Tratamiento de agentes contaminantes		Sustancias/ Insumos	Equipamientos	Tiempo	Limitaciones	Viabilidad de aplicación en el Sitio
		Orgánicos	Metales Pesados					
							• Los productos pueden ser movilizados en agua subterránea o bioacumulados en animales.	
Bioaumentación (in situ)	Consiste en la aplicación directa de microorganismos, los cuales pueden ser: del sitio de remediación, exógeno y obtenido por medio de ingeniería genética, lo anterior, con la finalidad de aumentar la biodegradación o biotransformación de los contaminantes. Es utilizada cuando se requiere el tratamiento inmediato, o cuando la microflora autóctona es insuficiente en número o capacidad degradadora. (Ortiz, Sanz, Dorado, & Villar, 2007)	Amplio espectro de contaminantes orgánicos biodegradables.	NO	-El hongo Penicillium sp, se ha utilizado en estudios de biodegradación de petróleo crudo, y en la mineralización de una variedad de derivados del petróleo. - El hongo Penicillium sp, soporta concentraciones altas de HTP (>400000 ppm).	Cultivos microbianos y enmiendas nutricionales. Herramientas de arado para acondicionamiento del suelo.	MESES/ AÑOS	• Requiere de una matriz de suelo permeable, que permita el contacto entre el contaminante y los microorganismos. • Puede aumentar la movilidad de contaminantes y requerir el tratamiento del agua subterránea subyacente. • Los microorganismos pueden obstruir los pozos de inyección de nutrientes y agua. • Las vías de flujo preferenciales en el suelo pueden anular el contacto entre los líquidos inyectados y los contaminantes en las zonas contaminadas. El método no es aplicable en zonas de arcilla o de estructura muy estratificada o heterogénea.	Viable en sitios de derrames sobre suelos, mediante riego superficial
Desorción térmica	Técnica en la que se somete al suelo a temperaturas de 90-320ºC (baja temperatura) y 320-560ºC (alta temperatura), con la introducción de aire caliente. Es un proceso que puede usar un intercambio de calor indirecto o bien directo para calentar los contaminantes orgánicos a una temperatura suficientemente alta para volatilizarlos y así separarlos del medio sólido contaminado. El aire, un gas de combustión o un gas inerte son usados como medio de transferencia por los componentes vaporizados. Los sistemas de	Orgánicos no clorados (no aplica para crudos pesados).	Metales volátiles (Hg)	Adición e enmiendas de grano grueso (arena, desechos orgánicos como aserrín, cáscara de arroz, de nuez, etc.) para incrementar la permeabilidad.	De sorbedor térmico móvil o estático Puede tener varios diseños: un desorbedor rotatorio de doble carcasa, varios quemadores ubicados en el espacio anular entre las dos carcasas, filtro de mangas, condensador, tratamiento de agua residual y descarga, carbón precalentado,	MESES	• Poco útiles en suelos con alto contenido de humedad, o muy cohesivos y plásticos. • Requiere un control estricto de la recuperación de los gases generados. • El sitio debe tener accesibilidad para el transporte e instalación de maquinaria pesada.	Viable, en suelos contaminados con hidrocarburos volátiles o de fracciones

000383

Técnica	Características	Tratamiento de agentes contaminantes		Sustancias/ Insumos	Equipamientos	Tiempo	Limitaciones	Viabilidad de aplicación en el Sitio
		Orgánicos	Metales Pesados					
	desorción térmica son procesos de separación física que transfieren contaminantes desde una fase a otra. No están diseñados para oxidar y/o destruir los contaminantes. (Ortiz, Sanz, Dorado, & Villar, 2007)				filtro de alta eficiencia de absorción, carbón en fase de vapor.			
Contaminación por Metales Pesados								
Fitorremediación (ex situ)	Conjunto de tecnologías por medio de las cuales se utilizan varias plantas que tengan la capacidad fisiológica y bioquímica para asimilar, metabolizar, detoxificar o inmovilizar compuestos orgánicos, radioactivos y petroderivados para transformarlos en formas menos nocivas. (Aros, 2007)[38]	Solventes, hidrocarburos aromáticos policíclicos, crudo.	SI	Adición de enmiendas para mejorar las condiciones de los microorganismos que se encuentran en las raíces de las plantas a utilizar con el fin de que aumenten la eficiencia de la técnica.	Vivero para cultivo de plantas, útiles para labores de siembra. Transporte para desplazamiento de personal y plantas a los lugares de siembra.	AÑOS	Es necesaria la elaboración de pruebas piloto para definir las especies vegetales nativas o externas que logran extraer, transferir, estabilizar y/o destruir los contaminantes presentes en las diferentes matrices evaluadas. Las altas concentraciones de agentes químicos pueden ser tóxicas para la planta. Puede transferir la contaminación a través de medios, es decir, del suelo al aire, además de ser movilizados en agua subterránea o bioacumulados en animales.	Viable con la aplicación del modificador de arcillas.
Oxidación/ Reducción química	Es una técnica que convierte los contaminantes peligrosos en compuestos no peligrosos o menos tóxicos. Los agentes oxidantes comúnmente utilizados son el ozono, el peróxido de hidrógeno, hipocloritos, cloro y dióxido de cloro.	NO	SI	Los agentes oxidantes más usados para tratar contaminantes peligrosos en el suelo, son el ozono, peróxido de hidrógeno, hipocloritos, cloro, dióxido de cloro y el reactivo de Fenton (peróxido de hidrógeno y fierro).	Pozos de inyección de agentes oxidantes, sistema de electrocinética, monitoreo y eventualmente control de emisiones gaseosas. Excavadora y transporte hacía sitio de exposición.	MESES/ AÑOS	Se requiere preparación y desarrollo de capacidades para la elaboración de ensayos piloto con el objetivo de definir el oxidante más eficiente para el tratamiento de metales pesados, además de la dosis por m^3 que se debe aplicar al suelo. La aplicación de reactivos oxidantes comunes como peróxido de hidrogeno,	Viable ex situ en sitios donde los contaminantes se encuentren a profundidades menores a 1 metro, ya que no es sustentable destruir cantidades considerables de suelo con la aplicación de los agentes oxidantes.

[38] Aros, E. (2007). Aplicación y alcances de la Fitorremediación como una alternativa de saneamiento ambiental.

000384

Técnica	Características	Tratamiento de agentes contaminantes		Sustancias/ Insumos	Equipamientos	Tiempo	Limitaciones	Viabilidad de aplicación en el Sitio
		Orgánicos	Metales Pesados					
							permanganato de potasio entre otros, puede destruir varias características del suelo limitando las funciones y el uso del suelo. No es considerada como una técnica sustentable.	
Remediación electrocinética (in situ o ex situ)	Consiste en aplicar una corriente eléctrica de baja intensidad entre electrodos introducidos in situ en el suelo contaminado que permite la movilización de agua, iones y partículas pequeñas cargadas. Los aniones se mueven hacia el electrodo positivo y los cationes hacia el negativo. Durante el tratamiento, los contaminantes pueden ser transportados por electromigración, electroósmosis, electrolisis y electroforesis. Esta técnica resulta eficaz para el tratamiento de suelos de baja permeabilidad hidráulica que son difíciles de recuperar por otros medios y está especialmente indicada para metales solubles o complejados en el suelo en forma de óxidos, hidróxidos y carbonatos. (Ortiz, Sanz, Dorado, & Villar, 2007).[39]	Contaminantes orgánicos polares.	Metales solubles o complejados (Ba, Cr, Cd, Hg, Pb, Mn, Zn y As).	Dependiendo del tipo de suelo puede requerirse la regeneración (fertilización y adición de materia orgánica).	Electrodos de aleaciones especiales y otros comunes. Agentes oxidantes. Fuente de poder.	MESES	Es necesario desarrollar pruebas piloto para verificar la viabilidad según la teoría y las experiencias consultadas, con el objetivo de definir las soluciones o aditivos que se deben agregar para el tratamiento de las matrices impactadas, además de la dosis por m^3 que se debe aplicar. Así mismo, los ensayos piloto permiten conocer el rango de corriente eléctrica que se debe aplicar para que la alternativa sea eficiente.	Viable por las características del suelo que tienen los sitios contaminados. Así mismo, la implementación in situ requiere seleccionar áreas con suelos de estructura homogénea, para evitar heterogeneidad de campo eléctrico. Se puede considerar la aplicación de la técnica ex situ para poder homogenizar el suelo antes de su aplicación.
Solidificación ex situ	La solidificación consiste en mezclar suelo contaminado con una sustancia, como el cemento, que provoca el endurecimiento del suelo. La mezcla forma un sólido que puede dejarse en el lugar o transportarse a otro sitio. El proceso de solidificación impide que el químico se disperse en el medio ambiente circundante. El	Sí, eficacia mucho menor.[42]	SI	Se utilizan agentes solidificantes inorgánicos como el cemento u orgánicos como las sustancias bituminosas, el polietileno o las parafinas y enlazantes como	Sistema de Cribado mecánico, trituración del suelo, aplicación del solidificantes y mezclado ex situ. Y traslado de la mezcla a la celda de solidificación	MESES	Requiere estudios para verificar la compatibilidad entre el suelo y el proceso como el material que se va utilizar para realizar el confinamiento. Tiene como limitación la reducción de opciones de usos futuros del suelo.	Viable utilizando componentes inorgánicos, debido a que los componentes como cal, cemento Portland, entre otros; no son compatibles en suelos con presencia de compuestos orgánicos

[39] Ortiz, I. B., Sanz, J. G., Dorado, M. V., & Villar, S. F. (2007). Técnicas de recuperación de suelos contaminados. Madrid: madridmasd.

[42] Se trata de una técnica apropiada para suelos contaminados con sustancias inorgánicas, con limitada eficacia para compuestos orgánicos semivolátiles o pesticidas. (Bernand, García, Valiño & Fernández, 2007).

000385

Técnica	Características	Tratamiento de agentes contaminantes		Sustancias/ Insumos	Equipamientos	Tiempo	Limitaciones	Viabilidad de aplicación en el Sitio
		Orgánicos	Metales Pesados					
	agua de lluvia u otras fuentes no puede disolver los químicos al atravesar el suelo o lodo tratado. La solidificación no elimina los químicos nocivos, sino que los atrapa en el lugar. (U.S. Environmental Protection Agency, EPA., 2003).[40] La Solidificación *ex situ*, es efectiva para compuestos orgánicos no biodegradables (con restricciones) y metales pesados. No es efectiva para compuestos orgánicos biodegradables. (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD., 2018)[41]			cemento Portland, ceniza volante, polvo de kilo, arcillas, cemento portland/cal, sulfoaluminato de calcio, polvo de filtro/ceniza/cemento, dependiendo del metal pesado.	Monitoreo periódico de la condición de Solidificación.		Los procesos son usualmente utilizados para tratar contaminantes inorgánicos, como suelos y lodos contaminados con metales.	(hidrocarburos presentes en el sitio).
Lavado ex situ - Washing	Técnica de remediación fisicoquímica de aplicación ex situ (generalmente on site) que consiste en la excavación del suelo contaminado, previamente separado por tamizado, densidad o gravedad para eliminar las partículas de grava más gruesas, con poca capacidad de adsorción de la fracción fina y lavado con agua y extractantes químicos que permitan desorber y solubilizar los contaminantes. (Ortiz, Sanz, Dorado, & Villar, 2007). Cabe mencionar que no elimina los contaminantes, sino que los transfiere a otro medio, por lo cual se debe tratar el fluido contaminado, resultante del tratamiento (Elliott & Brown, 1989)[43]	Compuestos orgánicos semivolátiles, hidrocarburos derivados del petróleo.	En su totalidad	Ácidos, bases, agentes quelantes, alcoholes, surfactantes y otros aditivos como sales.	Planta de lavado (tamizado, lavado, secado, disposición de lixiviados).	SEMANAS O MESES	Suelos con alto contenido de materia orgánica y arcilla pueden ocasionar mayor tiempo de actuación. Los lixiviados (líquidos resultantes) son abundantes. Los contaminantes no se destruyen, requieren un tratamiento después de aplicada la técnica.	Viable con la aplicación del producto modificador de arcillas. Viable con el tratamiento de los lixiviados resultantes del proceso por medio de una Planta de Tratamiento de Lixiviados (PTL).

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

[40] Environmental Protection Agency, EPA. (2003). Guía para el Ciudadano sobre Solidificación/Estabilización. Washington: U.S. EPA.

[41] PNUD, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2018). Estudio Técnico Independiente del ex Lote 1AB. Lima.

[43] Elliott, H. A., & Brown, G. A. (1989). Comparative evaluation of NTA and EDTA decontamination of Pb-polluted soils. Water, Air, and Soil Pollution, 30, 34-35 y 53.

000386

5.5.1.2. *Sedimentos*

Las alternativas de remediación evaluadas para el tratamiento de sedimentos del sitio impactado fueron definidas de acuerdo con los resultados obtenidos en la Evaluación de los Impactos y/o Riesgos para el Ambiente y la Salud de las Personas (ERSA); por lo tanto, para proteger el recurso abiótico de agua y sedimentos, se realizará la remediación para el contaminante de preocupación que corresponde a hidrocarburos totales de petróleo (HTP), con el objetivo de que la concentración igual o inferior al estándar de referencia *Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia",* es decir 500 mg/kg.

5.5.1.2.1. Alternativas de Remediación Viables para el Sitio Impactado

La técnica fue seleccionada por las características principales del área de interés y los costos de implementación que esta pueda representar. Para el tratamiento de sedimentos es necesario utilizar técnicas ex situ para evitar que el contaminante se disperse por el agua superficial. En el numeral **5.5.5.2** se describe el procedimiento que se recomienda para el retiro de sedimentos.

En sedimentos se encontraron hidrocarburos totales de petróleo en concentraciones que superan el valor límite de referencia (VLR), establecido por la "*Environmental Quality Standards for Contaminated Sites for Nova Scotia (2014)*", en un cuerpo de agua estacional, la extracción de los sedimentos se realizará en forma manual debido la operación de maquinaria pesada, provocará un impacto ambiental negativo por deforestación y desestabilización de taludes.

De acuerdo con lo anterior, en la **Tabla 5-2**, se observa la descripción de las diferentes técnicas aplicables para la remediación de sedimentos.

Tabla 5-2. Descripción de la Técnica de Remediación para Sedimentos Aplicable al Sitio S0104 (Botadero Km 2)

Técnica	Características	Tratamiento de agentes contaminantes		Sustancias/ Insumos	Equipamiento	Tiempo de Implementación	Limitaciones	Viabilidad de aplicación
		Orgánicos biodegradables	Metales Pesados					
Bioestimulación enzimática (ex situ)	Esta técnica está basada en la aplicación de enzimas que aceleran las reacciones químicas de transformación y biodegradación de los hidrocarburos y, en la generación de condiciones propicias de pH, humedad, temperatura y nutrientes para incrementar en forma exponencial la reproducción de microorganismos nativos que tienen la capacidad de degradar hidrocarburos. (Varichem International, 2018)[44].	Hidrocarburos Totales de Petróleo	NO	Insumos para el tratamiento de sedimentos como: modificador de Arcillas Nivelador de pH Emulsificante Desengrasante (Rompedor de Cadenas de Hidrocarburos) Enzimas y Nutrientes	Impermeabilización de celdas de remediación con geomembrana; Excavadora y/o Tractor con arado para el proceso mecánico de homogenización y oxigenación; sistemas de bombeo y aspersión.	SEMANAS	• Requiere el pretratamiento de metales pesados que se encuentren en los sedimentos. • Es necesario controlar la humedad y los parámetros que estimulan el crecimiento bacteriano.	Viable realizando pretratamiento de metales pesados que se encuentren en los sedimentos. También se debe considerar controlar las condiciones de lluvia en la zona a remediar. Se debe tener en cuenta que la altura máxima en las celdas de biorremediación, no debe ser superior a 1,5 m.
Bioceldas o biopilas (ex situ/on site o off site)	Consiste en apilar el sedimento contaminado en montones o pilas sucesivas y se estimula la actividad microbiana aerobia mediante aireación, forzando la circulación de aire mediante su inyección o extracción a través de conductos perforados emplazados dentro de la pila de material y adición de nutrientes, minerales y agua, obteniendo la degradación a través de la respiración microbiana. (Eweis, Ergas, & Schroeder, 1998)[45]	Derivados del petróleo, compuestos orgánicos volátiles halogenados y no halogenados, compuestos orgánicos semivolátiles y pesticidas.	NO	Microorganismos Insumos de tratamiento	Maquinaria agrícola estándar para operación de rastreo de suelo Geomembrana.	MESES	• Requiere verificar la biodegradabilidad de los contaminantes y las tasas apropiadas de oxigenación y carga de nutrientes mediante pruebas de tratabilidad. • Requiere más tiempo para completar la remediación que los procesos de Landfarming. • Los procesos de tratamiento estáticos suelen dar resultados menos uniformes que los procesos que implican la mezcla periódica.	Se deben incorporar materiales que aumenten la permeabilidad del suelo con el fin de lograr la degradación de los contaminantes.

[44] Varichem Internatinal, Inc, (2018). "Remediade" a product for oil spill cleanup using microbes.

[45] Eweis, J., Ergas, D., & Schroeder, C. (1998). *Bioremediation principles.* McGraw-Hill International.

000388

Técnica	Características	Tratamiento de agentes contaminantes		Sustancias/ Insumos	Equipamiento	Tiempo de Implementación	Limitaciones	Viabilidad de aplicación
		Orgánicos biodegradables	Metales Pesados					
Lavado de Sedimentos - Washing (ex situ)	Técnica de remediación fisicoquímica de aplicación ex situ que consiste en la excavación del suelo contaminado, previamente separado por tamizado, densidad o gravedad, para eliminar las partículas de grava más gruesas, con poca capacidad de adsorción de la fracción fina y lavado con agua y extractantes químicos que permitan desorber y solubilizar los contaminantes (Bernad, García, Valiño, & Fernández, 2007).Cabe mencionar que no elimina los contaminantes, sino que los transfiere a otro medio, por lo cual se debe tratar el fluido contaminado, resultante del tratamiento (Elliott & Brown, 1989).	Compuestos orgánicos semivolátiles e hidrocarburos derivados del petróleo.	SI	Ácidos, bases, agentes quelantes, alcoholes, surfactantes y otros aditivos como sales.	Efectiva en áreas donde existan espacios grandes para la instalación de la planta de tratamiento del suelo contaminado y donde se realice el tratamiento de los lixiviados resultantes del proceso.	SEMANAS/MESES	• Pueden ocasionar mayor tiempo de actuación. • Los lixiviados (líquidos resultantes) son abundantes. • Los contaminantes inorgánicos no se destruyen, requieren un tratamiento después de aplicada la técnica.	Viable en espacios de fácil acceso donde se puedan transportar los equipamientos requeridos sin generar impactos al ambiente. En suelos arcillosos y con alto contenido de materia orgánica se debe agregar enmiendas para incrementar la permeabilidad o aplicar productos que funcionen como modificador de arcillas.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

000389

5.5.2. Análisis de Alternativas de Remediación en base a una matriz de selección de tecnologías con criterios económicos, ambientales y sociales, incluyendo si al aplicarla requiere transportar equipos y demás aspectos claves para su puesta en marcha.

5.5.2.1. *Suelo*

5.5.2.1.1. Diagnóstico de Contaminantes

El análisis de alternativas se realizó partiendo de un diagnóstico de contaminantes, en base a los resultados obtenidos en los muestreos realizados en campo, tanto en época seca (menos húmeda) como en época húmeda y el análisis de los resultados del ERSA; con el objeto de conocer el escenario de contaminación en el que se encuentra el sitio S0104 (Botadero Km 2) y analizar la alternativa más viable y capaz de remover y/o inmovilizar los agentes contaminantes. La **Tabla 5-3**, muestra los contaminantes identificados en el sitio S0104 (Botadero Km 2), junto con la concentración máxima que fue reportada y la profundidad en la que se encuentran.

Tabla 5-3. Contaminantes Identificados en el Suelo en el Sitio S0104 (Botadero Km 2)

ECA – Uso de suelo: Agrícola (mg/kg)				1200	3000	1,4	70
Punto de Muestreo	Profundidad	Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		mg/kg			
		Este	Norte	HC - F2	HC - F3	Cadmio (Cd)	Plomo (Pb)
S0104-S002-0,00	0-0,25	339024	9693202	N.A.	N.A.	N.A.	314
S0104-S003-0,30	0,3-0,5	339044	9693161	1418	22850	N.A.	128
S0104-S004-1,40	1,2-1,4	339040	9693083	N.A.	N.A.	N.A.	106
S0104-S005-0,00	0-0,4	339017	9693153	N.A.	N.A.	5,8	N.A.
S0104-S005-0,80	0,8-1			N.A.	N.A.	4,1	193
S0104-S012-0,00	0-0,4	339021	9693080	N.A.	N.A.	2,2	170
S0104-S013-0,00	0-0,3	339089	9693154	N.A.	N.A.	N.A.	198
S0104-S014-1,25	1,25-1,5	338998	9693196	N.A.	N.A.	N.A.	124
S0104-S016-0,00	0-0,4	338870	9693188	N.A.	N.A.	2,9	N.A.
S0104-S017-1,80	0-1,8	339064	9693146	3960	16173	N.A.	N.A.

Nota: Los valores que presentan (N.A.) hacen referencia a los puntos de muestreo donde no se presenta concentración que sobrepasen los límites estándar de referencia.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Luego de conocer los potenciales contaminantes presentes en el sitio S0104 (Botadero Km 2), se identificó que los contaminantes de preocupación corresponden a las fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40) y a metales Pesados (Cadmio y Plomo), en base en lo concluido en el análisis del ERSA; donde se registró riesgo abiótico no aceptable para esta matriz (Ver **Tabla 5-4**).

Tabla 5-4. Contaminante de Preocupación para el Suelo del Sitio S0104 (Botadero Km 2)

Contaminante de preocupación	Máxima Concentración (mg/kg)	Nivel de Remediación (mg/kg)
Fracciones de hidrocarburos F2	3960	1200[1]
Fracciones de hidrocarburos F3	22850	3000[1]
Cadmio	5,8	1,4[1]
Plomo	314	70[1]

[1]Estandar de Calidad ECA Suelo Uso Agrícola

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, se sugiere tomar medidas de remediación en las estaciones de muestreo que presentan valores mayores a 3000 mg/kg para HC-F3 (>C28-C40), 1200 mg/kg para HC-F2 (>C10-C28), para Cadmio 1,4 mg/kg y Plomo 70 mg/kg, para alcanzar el Nivel de Remediación establecido en el ERSA o implementar una tecnología que permita inmovilizar y/o reducir la biodisponibilidad de los metales pesados y su grado de lixiviación.

Por consiguiente, la selección de la tecnología de remediación, se realizó con la identificación de los contaminantes de preocupación del sitio S0104 (Botadero Km 2), teniendo en cuenta el análisis de viabilidad de veintiséis (26) técnicas de remediación que fueron objeto de estudio de acuerdo con las características físicas, químicas y biológicas propias de la selva amazónica del Perú.

A continuación, se describe por fases la metodología que fue utilizada para la selección de la alternativa de remediación más viable en el sitio impactado:

5.5.2.1.2. Selección de la Tecnología de Remediación

- **Fase Inicial: Análisis de Viabilidad de los Tipos de Técnicas**

En esta fase se realizó la recolección de información de las posibles alternativas que son capaces de remediar, reducir y/o inmovilizar los contaminantes de preocupación identificados, con el fin de evaluar la viabilidad de las mismas, teniendo en cuenta las características propias del ecosistema de la selva. Los criterios analizados de las tecnologías de remediación fueron los siguientes:

- Tipo de técnica y características generales de operación.
- Porcentaje de remoción de los contaminantes.
- Equipos requeridos.
- Tiempo necesario de remoción.
- Costo general de aplicación de la técnica.

Con esta información se analizó la viabilidad de las tecnologías de remediación con base en las siguientes condiciones y parámetros del sitio S0104 (Botadero Km 2).

- Condiciones climáticas de alta pluviosidad.
- Plasticidad, baja permeabilidad, conductividad eléctrica, y textura arcillosa del suelo.
- Ambiente oligotrófico.
- Humedad.
- Temperatura.

Así mismo, para el análisis de viabilidad se consideraron las condiciones logísticas para llegar al sitio impactado, como el estado y tipo de las vías y medios de transporte disponibles. En la **Tabla 5-5**, se encuentran las (26) veintiséis técnicas de remediación analizadas para su implementación en la zona selvática.

Tabla 5-5. Tecnologías de Remediación Analizadas en la Fase Inicial

Técnicas de Remediación	Contaminantes Removidos y/o Inmovilizados	
	Orgánicos biodegradables	Metales pesados
Atenuación Natural (*in situ*)	Compuestos BTEX e hidrocarburos clorados.	No
Adición de enmiendas	Derivados del petróleo. Fracciones pesadas de Hidrocarburos Totales de Petróleos menores a 3200 ppm.	Si
Bioaumentación *(in situ)*	Amplio espectro de contaminantes orgánicos biodegradables.	No
Bioestimulación (*in situ*)	Amplio espectro de contaminantes orgánicos biodegradables.	No
Bioceldas o biopilas *(ex situ/on site u off site)*	Derivados del petróleo, compuestos orgánicos volátiles halogenados y no halogenados, compuestos orgánicos semivolátiles y pesticidas.	No
Bioestimulación enzimática *(ex situ on site)*	Hidrocarburos Totales de Petróleo	No
Desorción térmica *(in situ o ex situ)*	Orgánicos no clorados (no aplica para crudos pesados).	Metales volátiles (Hg)
Electrobiorremediación (Electrocinética + bioestimulación) *(in situ)*	Amplio espectro de contaminantes orgánicos biodegradables.	No
Estabilización fisicoquímica (*in situ - ex situ*)	NO	Si

Técnicas de Remediación	Contaminantes Removidos y/o Inmovilizados	
	Orgánicos biodegradables	Metales pesados
Extracción Química *(ex situ)*	Compuestos orgánicos volátiles y semivolátiles, combustibles, PCBs, hidrocarburos aromáticos, entre otros.	Si
Fitorremediación (*ex situ*)	Solventes, hidrocarburos aromáticos policíclicos, crudo.	Si
Landfarming *(ex situ/on site u off site)*	Hidrocarburos del petróleo de peso mediano.	No
Lavado de suelo - Flushing *(in situ)*	Todo tipo de contaminantes.	Si
Lavado de suelo - Washing (*ex situ*)	Compuestos orgánicos semivolátiles e hidrocarburos derivados del petróleo.	Si
Oxidación/reducción química (*ex situ*)	NO	Si
Extracción de agua - Pump and Treat (*ex situ*)	Compuestos orgánicos de baja solubilidad, volátiles y semivolátiles y combustibles.	Si
Solidificación (*ex situ*)	NO	Si
Bioventilación/ biosaspersión (*ex situ*)	Hidrocarburos del petróleo de peso mediano.	No
Remediación electrocinética (*in situ o ex situ*)	Contaminantes orgánicos polares.	Metales solubles o complejados (Cr, Cd, Hg, Pb, Mn, Zn y As)
Incineración (*ex situ*)	Hidrocarburos clorados y PCBs.	No
Pirólisis (*ex situ*)	Hidrocarburos Totales	No
Tratamiento biológico en fase líquida - bioslurry *(ex situ)*	Amplio espectro de contaminantes orgánicos.	No
Vertederos controlados (*ex situ*)	Amplio espectro de contaminantes orgánicos.	Si
Pantallas o barreras de aislamiento *(in situ)*	Contaminantes orgánicos.	Si
Vitrificación *(in situ o ex situ)*	COV y COS y otros compuestos orgánicos como dioxinas y BPC. (F1 y F2).	Si
Biochar *(in situ)*	Amplio espectro de contaminantes orgánicos.	Si

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Una vez realizado el análisis correspondiente, dieciocho (18) técnicas de remediación resultaron viables de veintiséis (26) alternativas analizadas inicialmente. En la **Tabla 5-6**, se pueden observar las alternativas que resultaron del análisis de viabilidad. En el **Anexo 6.11.6**, en la pestaña **Filtro 1-Viabilidad técnicas**, se puede consultar el análisis individual por técnica.

Tabla 5-6. Tecnologías de Remediación resultantes de la Fase Inicial

Técnicas Viables en la zona de estudio
Adición de Enmiendas
Bioestimulación Enzimática
Lavado de Suelo (Flushing)
Remediación Electrocinética
Biopilas
Extracción Química
Lavado de Suelo (Washing)
Solidificación
Bioaumentación
Fitorremediación
Oxidación/reducción química
Tratamiento biológico en fase líquida
Desorción Térmica
Pantallas o barreras de aislamiento
Bioestimulación
Estabilización fisicoquímica

Técnicas Viables en la zona de estudio
Landfarming
Vitrificación

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- Fase Intermedia: Evaluación de las Tecnologías de Remediación Seleccionadas

En esta fase se identificaron las alternativas que son capaces de tratar suelos con contaminación mixta y con contaminación por metales pesados en los sitios impactados. Por lo tanto, se hizo la valoración de ocho (8) técnicas de remediación para el primer escenario (Hidrocarburos Totales de Petróleo) y cinco (5) técnicas de remediación para el segundo escenario (Metales Pesados), teniendo en cuenta los criterios definidos en la matriz técnica de selección de tecnologías de remediación. En la **Tabla 5-7** se presentan los criterios y subcriterios con las respectivas escalas de calificación, considerados en la matriz.

Tabla 5-7. Criterios/Subcriterios con Escalas de Calificación

Criterio/Subcriterio	Escala
Criterio 1: Análisis de las Técnicas	
Subcriterio 1.1: La aptitud de la técnica con respecto a los contaminantes, tipo de suelos y características del sitio.	0 = Técnica innovadora (no es técnica óptima actual) 1 = Técnica óptima actual, pero pocas experiencias en casos parecidos. 2 = Técnica óptima actual, con experiencias positivas en casos parecidos, pero depende de las características específicas del sitio. 3 = Técnica óptima, con experiencias positivas en sitios parecidos. 4 = Técnica óptima, su éxito no depende de las características específicas del sitio
Subcriterio 1.2: La eficiencia con respecto al objetivo de la remediación.	0 = Sitio remediado alcanza los objetivos de remediación 1 = Sitio remediado supera los objetivos de remediación 2 = Sitio remediado supera ostensible los objetivos de remediación
Subcriterio 1.3: Impactos en las personas que se encuentran en el área de influencia.	0 = Considerables impactos. 1 = Impactos, parecido a obras de construcción según la costumbre local. 2 = No impactos relevantes
Subcriterio 1.4: Requerimiento de autorizaciones relacionadas a la implementación de las acciones de remediación.	0 = Necesidad de involucrar a más que 5 autoridades administrativas 1 = Necesidad de involucrar de 3 a 5 autoridades administrativas 2 = Necesidad de involucrar a máximo 2 autoridades administrativas
Subcriterio 1.5: Requerimientos de medidas de higiene y seguridad ocupacional.	0 = Se requieren exigentes medidas de higiene y seguridad ocupacional. 1 = Se requieren medidas de higiene y seguridad ocupacional, parecidas a obras de construcción civil 2 = No se requieren relevantes medidas de higiene y seguridad ocupacional
Subcriterio 1.6: Opciones de acciones complementarias (después de la remediación).	0 = No hay opciones de acciones complementarias 1 = Hay limitadas opciones de acciones complementarias 2 = Hay (ilimitados) opciones de acciones complementarias

Criterio/Subcriterio	Escala
Criterio 2: Análisis de la Sostenibilidad de las Alternativas	
Subcriterio 2.1: Necesidad de seguimiento de las acciones implementadas después de la remediación.	0 = Se requieren extensas medidas de seguimiento (por ej. a largo tiempo) 1 = Se requieren medidas de seguimiento 2 = No se requieren medidas de seguimiento
Subcriterio 2.2: Capacidad de vigilancia/monitoreo del sitio remediado (de ser necesario).	0 = No hay la posibilidad de vigilar/monitorear el sitio remediado 1 = Las posibilidades de vigilancia/monitoreo son limitadas 2 = No hay limitaciones relevantes para la vigilancia/monitoreo del sitio remediado, o no es necesario
Subcriterio 2.3: Duración de las medidas, con respecto a la alternativa más eficiente.	0 = Menor Duración 1 = Duración Intermedia 2 = Mayor Duración
Criterio 3: Análisis de la Eco-eficiencia de las Medidas Propuestas	
Subcriterio 3.1: Generación y eliminación de residuos (durante la remediación).	0 = Se generan altas cantidades de residuos 1 = Se generan medianas cantidades de residuos 2 = Se generan pocas cantidades/nada de residuos
Subcriterio 3.2: Aprovechamiento de residuos (durante la remediación).	0 = La tasa de aprovechamiento es alto o se generen pocos/nada de residuos 1 = La tasa de aprovechamiento es mediano 2 = La tasa de aprovechamiento es poco/no hay aprovechamiento de residuos
Subcriterio 3.3: Consumo de energía.	0 = El consumo de energía es alto 1 = El consumo de energía es mediano 2 = El consumo de energía es bajo
Subcriterio 3.4: Generación de gases de efecto invernadero (GEI).	0 = La generación de GEI es alto 1 = La generación de GEI es mediano 2 = La generación de GEI es bajo
Subcriterio 3.5: Consumo de recursos naturales.	0 = El consumo de recursos naturales es alto 1 = El consumo de recursos naturales es mediano 2 = El consumo de recursos naturales es bajo

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- Contaminación por Hidrocarburos Totales de Petróleo

En la **Tabla 5-8** se presenta la calificación asignada para las ocho (8) alternativas de remediación que resultaron viables para el escenario de contaminación por Hidrocarburos totales de petróleo. (Ver **Anexo 6.11.6-** Pestaña Filtro 3 - Matriz Suelo MP).

- Alternativa 1: Electrobiorremediación (Electrocinética + Bioestimulación)
- Alternativa 2: Tratamiento biológico en fase líquida – bioslurry
- Alternativa 3: Landfarming
- Alternativa 4: Bioceldas o biopilas
- Alternativa 5: Bioestimulación Enzimática
- Alternativa 6: Fitorremediación
- Alternativa 7: Bioaumentación
- Alternativa 8: Desorción térmica + Bioestimulación Enzimática

- Contaminación por Metales Pesados

En la se presenta la calificación asignada para las cinco (5) alternativas de remediación que resultaron viables para el escenario de contaminación por metales pesados. (Ver **Anexo 6.11.6-** Pestaña Filtro 3 - Matriz Suelo MP).

- Alternativa 1: Fitorremediación + Adición de Enmiendas
- Alternativa 2: Oxidación/Reducción química
- Alternativa 3: Electrocinética
- Alternativa 4: Solidificación ex situ
- Alternativa 5: Lavado *ex situ (Washing)*

Es importante resaltar que los criterios y subcriterios utilizados para calificar y evaluar las alternativas de remediación para los dos (2) escenarios de contaminación que presentan los sitios contaminados, se tomaron en base al **Anexo 7** de la Guía para la Elaboración de Planes de Descontaminación de Suelos (PDS) del MINAM.

Tabla 5-8. Matriz Técnica de Selección de Alternativas para Contaminación por Hidrocarburos

Sitio S0104-Botadero Km 2 Contaminación por HTP F2 y F3			Puntaje escala								Puntos ponderados							
Ponderación	Puntaje máx.	Criterio/Subcriterio	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
Criterio 1: Análisis de las técnicas																		
10	**4**	Subcriterio 1.1: La aptitud de la técnica con respecto a los contaminantes, tipo de suelos y características del sitio.	3	3	3	3	3	3	1	2	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	2,5	5
25	**2**	Subcriterio 1.2: La eficiencia con respecto al objetivo de la remediación.	1	0	0	1	1	0	0	1	12,5	0	0	12,5	12,5	0	0	12,5
5	**2**	Subcriterio 1.3: Impactos en las personas que se encuentran en el área de influencia.	1	0	0	1	1	1	1	1	2,5	0	0	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
2	**2**	Subcriterio 1.4: Requerimiento de autorizaciones relacionadas a la implementación de las acciones de remediación.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	**2**	Subcriterio 1.5: Requerimientos de medidas de higiene y seguridad ocupacional.	1	1	1	1	2	2	2	1	4	4	4	4	8	8	8	4
10	**2**	Subcriterio 1.6: Opciones de acciones complementarias (después de la remediación).	1	1	1	1	1	1	1	1	5	5	5	5	5	5	5	5
Criterio 2: Análisis de la sostenibilidad de las alternativas																		
5	**2**	Subcriterio 2.1: Necesidad de seguimiento de las acciones implementadas después de la remediación.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2,5
5	**2**	Subcriterio 2.2: Capacidad de vigilancia/monitoreo del sitio remediado (de ser necesario).	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	**2**	Subcriterio 2.3: Duración de las medidas, con respecto a la alternativa más eficiente.	1	2	1	1	2	0	1	1	5	10	5	5	10	0	5	5
Criterio 3: Análisis de la eco-eficiencia de las medidas propuestas.																		
2	**2**	Subcriterio 3.1: Generación y eliminación de residuos (durante la remediación).	2	2	1	1	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1	2	1
3	**2**	Subcriterio 3.2: Aprovechamiento de residuos (durante la remediación).	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0
5	**2**	Subcriterio 3.3: Consumo de energía.	1	1	2	2	2	2	2	0	2,5	2,5	5	2,5	5	5	5	0
5	**2**	Subcriterio 3.4: Generación de gases de efecto invernadero (GEI).	2	2	1	2	2	2	2	1	5	5	2,5	2,5	5	5	5	2,5
5	**2**	Subcriterio 3.5: Consumo de recursos naturales.	2	2	2	2	2	0	2	2	5	5	5	5	5	0	5	5
Ponderación Total											**51**	**42,5**	**35**	**52,5**	**61,5**	**34**	**40**	**45**

Alternativa 1: Electrobiorremediación (Electrocinética + Bioestimulación)
Alternativa 2: Tratamiento biológico en fase líquida – bioslurry
Alternativa 3: Landfarming
Alternativa 4: Bioceldas o biopilas
Alternativa 5: Bioestimulación Enzimática
Alternativa 6: Fitorremediación
Alternativa 7: Bioaumentación
Alternativa 8: Desorción térmica + Bioestimulación Enzimática

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

0003396

Según la **Tabla 5-8**, las alternativas con mayor puntuación y que por ende fueron seleccionadas, de acuerdo con la evaluación cuantitativa y cualitativa, las técnicas seleccionadas fueron *electrobiorremediación, bioceldas o biopilas y Bioestimulación enzimática*.

Tabla 5-9. Matriz Técnica de Selección de Alternativas para Contaminación por Metales Pesados

Matriz Evaluativa de las Técnicas de Remediación propuestas para tratar Suelo Contaminado por Metales Pesados			Puntaje escala					Puntos ponderados				
Ponderación	**Puntaje máx.**	**Criterio/Subcriterio**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Criterio 1: Análisis de las técnicas												
10	**4**	Subcriterio 1.1: La aptitud de la técnica con respecto a los contaminantes, tipo de suelos y características del sitio.	2	1	1	2	2	5	2,5	2,5	5	5
25	**2**	Subcriterio 1.2: La eficiencia con respecto al objetivo de la remediación.	0	0	1	1	1	0	0	12,5	12,5	12,5
5	**2**	Subcriterio 1.3: Impactos en las personas que se encuentran en el área de influencia.	1	0	2	1	1	2,5	0	5	2,5	2,5
2	**2**	Subcriterio 1.4: Requerimiento de autorizaciones relacionadas a la implementación de las acciones de remediación.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	**2**	Subcriterio 1.5: Requerimientos de medidas de higiene y seguridad ocupacional.	2	1	1	1	1	8	4	4	4	4
10	**2**	Subcriterio 1.6: Opciones de acciones complementarias (después de la remediación).	1	1	1	1	1	5	5	5	5	5
Criterio 2: Análisis de la sostenibilidad de las alternativas												
5	**2**	Subcriterio 2.1: Necesidad de seguimiento de las acciones implementadas después de la remediación.	0	1	2	1	1	0	2,5	5	2,5	2,5
5	**2**	Subcriterio 2.2: Capacidad de vigilancia/monitoreo del sitio remediado (de ser necesario).	0	1	1	1	1	0	2,5	2,5	2,5	2,5
10	**2**	Subcriterio 2.3: Duración de las medidas, con respecto a la alternativa más eficiente.	1	2	2	2	2	5	10	10	10	10
Criterio 3: Análisis de la eco-eficiencia de las medidas propuestas.												
2	**2**	Subcriterio 3.1: Generación y eliminación de residuos (durante la remediación).	1	1	1	2	2	1	1	1	2	2
3	**2**	Subcriterio 3.2: Aprovechamiento de residuos (durante la remediación).	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	**2**	Subcriterio 3.3: Consumo de energía.	2	2	1	1	2	5	5	2,5	2,5	5
5	**2**	Subcriterio 3.4: Generación de gases de efecto invernadero (GEI).	2	2	2	2	2	5	5	5	5	5
5	**2**	Subcriterio 3.5: Consumo de recursos naturales.	0	2	2	2	2	0	5	5	5	5
Ponderación Total								**36,5**	**42,5**	**60**	**58,5**	**61**

Alternativa 1= Fitorremediación + Adición de Enmiendas: 36,5%
Alternativa 2= Oxidación/Reducción Química: 42,5%
Alternativa 3= **Electrocinética: 60%**
Alternativa 4= **Solidificación *ex situ-On site*: 58,5%**
Alternativa 5= **Lavado ex situ (Washing): 61%**

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

000398

De las anteriores, fueron seleccionadas las alternativas con mayor puntuación, de acuerdo a la evaluación cuantitativa y cualitativa de la matriz técnica de selección de tecnologías (Ver **Anexo 6.11.6-** Pestaña Filtro 3 --Matriz Suelo MP) siendo las más idóneas, las siguientes técnicas de remediación: *Lavado ex situ (Washing), Remediación electrocinética y Solidificación ex situ.*

- **Fase Final: Selección de la Alternativa de Remediación**

Después de seleccionar las tres (3) alternativas más viables que se pueden implementar de acuerdo a la evaluación técnica realizada en la fase intermedia, se elaboró una segunda matriz de selección de tecnologías por tipo de contaminación, tomando como consideración criterios sociales, ambientales y económicos propios de los sitios impactados con el propósito de seleccionar la tecnología más efectiva y, teniendo en cuenta el costo /beneficio de la misma.

En la **Tabla 5-10** se presenta la matriz con las tecnologías viables para el tratamiento del suelo con contaminación por Hidrocarburos Totales de petróleo y en la **Tabla 5-11** para el tratamiento del suelo con contaminación por Metales Pesados.

Tabla 5-10. Matriz de Selección de Tecnologías de Remediación de Contaminación por Hidrocarburos totales de Petroleo

Sitio S0104 (Botadero Km 2) - Contaminación por HTP (F2 y F3)											
Contaminación por Hidrocarburos Totales de Petróleo											
Aspectos Cuantitativos		Aspectos Cualitativos	Técnicas de Remediación								
Máxima Puntuación	Ponderación (%)	**Tipo de técnica de Remediación**	**Procedimientos Fisicoquímicos**								
			Ex Situ		*in Situ*		*Ex Situ*				
		Tipo de contaminante que trata	F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40)								
		Técnica de Remediación	Bioestimulación Enzimática		Electrobiorremediación (electrocinética + bioestimulación)		Bioceldas o Biopilas				
		Aspectos y atributos	**Calificación Cuantitativa**								
			Puntuación	Ponderación	Puntuación	Ponderación	Puntuación	Ponderación			
12	**25**	**1. Aspectos Ambientales**	**8,00**	**16,67**	**7,00**	**14,58**	**8,00**	**16,67**			
3	40	Eficacia del Cumplimiento con los Objetivos de Remediación	2,00	26,67	2,00	26,67	2,00	26,67			
3	35	Riesgo asociado al componente Ambiental (agua, aíre, suelo, sedimento, biológico (flora y fauna), hidrobiológico)	3,00	35,00	2,00	23,33	3,00	35,00			
3	15	Grado de Monitoreo Ambiental requerido Post-Remediación	2,00	10,00	1,00	5,00	2,00	10,00			
3	10	Requerimiento de Autorizaciones previas a las acciones de remediación	1,00	3,33	1,00	3,33	1,00	3,33			
24	**15**	**2. Aspectos Técnicos/ Ingeniería**	**19,00**	**11,88**	**17,00**	**10,63**	**17,00**	**10,63**			
3	20	Grado y Tipo de Contaminación	3,00	20,00	2,00	13,33	2,00	13,33			
3	10	Acondicionamiento del Material	2,00	6,67	2,00	6,67	2,00	6,67			
3	15	Generación de Residuos	2,00	10,00	2,00	10,00	2,00	10,00			
3	10	Área requerida de la Instalación	2,00	6,67	2,00	6,67	2,00	6,67			
3	10	Nivel de experiencia en la Técnica de Remediación	3,00	10,00	2,00	6,67	3,00	10,00			
3	10	Requerimiento de Acciones Complementarias Post-Remediación del Sitio	2,00	6,67	2,00	6,67	2,00	6,67			
3	15	Consumo/Afectación de los Recursos Naturales (agua superficial, agua subterránea, suelo, especies forestales)	3,00	15,00	3,00	15,00	3,00	15,00			
3	10	Riesgos Operacionales relacionados con la Técnica de Remediación	2,00	6,67	2,00	6,67	2,00	6,67			
15	**15**	**3. Aspectos Logísticos**	**10,00**	**10,00**	**10,00**	**10,00**	**10,00**	**10,00**			
3	20	Acceso al Sitio	2,00	13,33	2,00	13,33	2,00	13,33			
3	25	Requerimiento de Transporte (fluvial, marítimo y/o terrestre)	2,00	16,67	1,00	8,33	2,00	16,67			
3	20	Requerimiento y tipo de Equipo	2,00	13,33	1,00	6,67	2,00	13,33			
3	20	Servicios de Apoyo	2,00	13,33	2,00	13,33	2,00	13,33			

000400

Sitio S0104 (Botadero Km 2) - Contaminación por HTP (F2 y F3)											
Contaminación por Hidrocarburos Totales de Petróleo											
Aspectos Cuantitativos		Aspectos Cualitativos	Técnicas de Remediación								
Máxima Puntuación	Ponderación (%)	**Tipo de técnica de Remediación**	**Procedimientos Fisicoquímicos**								
			Ex Situ		*in Situ*		*Ex Situ*				
		Tipo de contaminante que trata	F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40)								
		Técnica de Remediación	Bioestimulación Enzimática		Electrobiorremediación (electrocinética + bioestimulación)		Bioceldas o Biopilas				
		Aspectos y atributos	**Calificación Cuantitativa**								
			Puntuación	Ponderación	Puntuación	Ponderación	Puntuación	Ponderación			
3	15	Tipo y fuentes de Energía	2,00	10,00	3,00	15,00	2,00	10,00			
15	**30**	**4. Aspectos Sociales**	**12,00**	**24,00**	**10,00**	**20,00**	**11,00**	**22,00**			
3	30	Riesgo a los receptores (comunidad, centros poblados, etc.) - ERSA	2,00	20,00	2,00	20,00	2,00	20,00			
3	15	Tiempo de respuesta de la Técnica de Remediación	3,00	15,00	2,00	10,00	2,00	10,00			
3	25	Generación de Empleo Local	3,00	25,00	2,00	16,67	3,00	25,00			
3	15	Contratación de Servicios Locales	2,00	10,00	2,00	10,00	2,00	10,00			
3	15	Percepción de la Remediación por la Comunidad	2,00	10,00	2,00	10,00	2,00	10,00			
9	**15**	**5. Aspectos Económicos**	**6,00**	**10,00**	**6,00**	**10,00**	**6,00**	**10,00**			
3	50	Niveles de Inversión	2,00	33,33	2,00	33,33	2,00	33,33			
3	25	Costos de movilización de Equipos (adecuación/mantenimiento de vías, transporte)	2,00	16,67	2,00	16,67	2,00	16,67			
3	25	Costos de Mantenimiento o Vigilancia, durante y Post-Remediación	2,00	16,67	2,00	16,67	2,00	16,67			
75	**100**	**Ponderación Total**	**72,54**		**62,13**		**69,92**				

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

000401

Tabla 5-11. Matriz de Selección de Tecnologías de Remediación de Contaminación por Metales Pesados

Sitio S0104 (Botadero Km 2)- Contaminación por Metales Pesados (Cadmio (Cd) y Plomo (Pb))									
Aspectos Cuantitativos		Aspectos Cualitativos	Técnicas de Remediación						
Máxima Puntuación	Ponderación (%)	**Tipo de técnica de Remediación**	**Procedimientos Fisicoquímicos**						
			In Situ		Ex Situ		Ex Situ		
		Tipo de contaminante que trata	Cadmio y Plomo						
		Técnica de Remediación	Remediación Electrocinética		Lavado ex situ (Washing)		Solidificación ex situ		
		Aspectos y atributos	**Calificación Cuantitativa**						
			Puntuación	Ponderación	Puntuación	Ponderación	Puntuación	Ponderación	
12	**25**	**1. Aspectos Ambientales**	**9,00**	**18,75**	**9,00**	**18,75**	**9,00**	**18,75**	
3	40	Eficacia del Cumplimiento con los Objetivos de Remediación	2,00	26,67	3,00	40,00	3,00	40,00	
3	35	Riesgo asociado al componente Ambiental (agua, aíre, suelo, sedimento, biológico (flora y fauna), hidrobiológico)	3,00	35,00	2,00	23,33	2,00	23,33	
3	15	Grado de Monitoreo Ambiental requerido Post-Remediación	3,00	15,00	3,00	15,00	3,00	15,00	
3	10	Requerimiento de Autorizaciones previas a las acciones de remediación	1,00	3,33	1,00	3,33	1,00	3,33	
24	**15**	**2. Aspectos Técnicos/ Ingeniería**	**16,00**	**10,00**	**17,00**	**10,63**	**16,00**	**10,00**	
3	20	Grado y Tipo de Contaminación	2,00	13,33	3,00	20,00	3,00	20,00	
3	10	Acondicionamiento del Material	2,00	6,67	2,00	6,67	1,00	3,33	
3	15	Generación de Residuos	2,00	10,00	2,00	10,00	1,00	5,00	
3	10	Área requerida de la Instalación	3,00	10,00	2,00	6,67	2,00	6,67	
3	10	Nivel de experiencia en la Técnica de Remediación	1,00	3,33	2,00	6,67	2,00	6,67	
3	10	Requerimiento de Acciones Complementarias Post-Remediación del Sitio	2,00	6,67	2,00	6,67	2,00	6,67	
3	15	Consumo/Afectación de los Recursos Naturales (agua superficial, agua subterránea, suelo, especies forestales)	2,00	10,00	2,00	10,00	3,00	15,00	
3	10	Riesgos Operacionales relacionados con la Técnica de Remediación	2,00	6,67	2,00	6,67	2,00	6,67	
15	**15**	**3. Aspectos Logísticos**	**9,00**	**9,00**	**9,00**	**9,00**	**8,00**	**8,00**	
3	20	Acceso al Sitio	1,00	6,67	2,00	13,33	2,00	13,33	
3	25	Requerimiento de Transporte (fluvial, marítimo y/o terrestre)	3,00	25,00	2,00	16,67	1,00	8,33	
3	20	Requerimiento y tipo de Equipo	2,00	13,33	1,00	6,67	1,00	6,67	
3	20	Servicios de Apoyo	2,00	13,33	2,00	13,33	2,00	13,33	
3	15	Tipo y fuentes de Energía	1,00	5,00	2,00	10,00	2,00	10,00	
15	**30**	**4. Aspectos Sociales**	**10,00**	**20,00**	**10,00**	**20,00**	**11,00**	**22,00**	
3	30	Riesgo a los receptores (comunidad, centros poblados, etc.) - ERSA	2,00	20,00	2,00	20,00	2,00	20,00	

000402

Sitio S0104 (Botadero Km 2)- Contaminación por Metales Pesados (Cadmio (Cd) y Plomo (Pb))									
Aspectos Cuantitativos		**Aspectos Cualitativos**	**Técnicas de Remediación**						
Máxima Puntuación	**Ponderación (%)**	**Tipo de técnica de Remediación**	**Procedimientos Fisicoquímicos**						
			In Situ		Ex Situ		Ex Situ		
		Tipo de contaminante que trata	Cadmio y Plomo						
		Técnica de Remediación	Remediación Electrocinética		Lavado ex situ (Washing)		Solidificación ex situ		
		Aspectos y atributos	**Calificación Cuantitativa**						
			Puntuación	Ponderación	Puntuación	Ponderación	Puntuación	Ponderación	
3	15	Tiempo de respuesta de la Técnica de Remediación	2,00	10,00	2,00	10,00	3,00	15,00	
3	25	Generación de Empleo Local	2,00	16,67	2,00	16,67	2,00	16,67	
3	15	Contratación de Servicios Locales	2,00	10,00	2,00	10,00	2,00	10,00	
3	15	Percepción de la Remediación por la Comunidad	2,00	10,00	2,00	10,00	2,00	10,00	
9	**15**	**5. Aspectos Económicos**	**6,00**	**10,00**	**5,00**	**8,33**	**6,00**	**10,00**	
3	50	Niveles de Inversión	2,00	33,33	1,00	16,67	2,00	33,33	
3	25	Costos de movilización de Equipos (adecuación/mantenimiento de vías, transporte)	2,00	16,67	2,00	16,67	2,00	16,67	
3	25	Costos de Mantenimiento o Vigilancia, durante y Post-Remediación	2,00	16,67	2,00	16,67	2,00	16,67	
75	**100**	**Ponderación Total**	**67,75**		**66,71**		**68,75**		

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

000403

De esta forma, las técnicas de remediación que tuvieron mayor puntaje en la matriz de selección de tecnologías que se recomiendan implementar en el sitio S0104 (Botadero Km 2), para la zona que presenta contaminación con hidrocarburos totales de petróleo, es *Bioestimulación Enzimática* con un puntaje de 72,54% y para la zona que presenta contaminación por Metales Pesados, es *Solidificación ex situ* con un porcentaje de 68,75%, es importante mencionar que la técnica de solidificación, inmoviliza y reduce el potencial de lixiviación de los metales pesados, pero no reduce su concentración. Dicha matriz se encuentra en el **Anexo 6.11.6.**

Es importante mencionar que en el sitio impactado existen tres (3) sectores a remediar; el primer sector con concentraciones de fracciones de hidrocarburo F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40), el segundo sector, con concentraciones de fracciones de hidrocarburo F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40) y, metales como Cadmio (Cd) y Plomo (Pb) y el tercer sector con concentraciones de metales pesados. (Ver **Figura 5-10**)

Por lo tanto, el equipo consultor propone para sitios mixtos en donde se conjugan compuestos orgánicos y metales pesados, como es el caso del Sitio S0104 (Botadero Km 2), reducir inicialmente la concentración de fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40) y posteriormente solidificar los sustratos de suelo en donde los resultados analíticos indiquen la presencia de metales como Cadmio (Cd) y Plomo (Pb) en concentraciones que según los cálculos del ERSA requieran de una intervención.

5.5.2.2. *Sedimentos*

5.5.2.2.1. Diagnóstico de Contaminantes

La **Tabla 5-12**, muestra los contaminantes identificados en los sedimentos presentes en el lecho y las orillas de los cuerpos de agua del sitio impactado. Igualmente, se encuentra la profundidad en la que se registró contaminación y la concentración que tienen los agentes contaminantes tomando como referencia las normas internacionales *Environmental Quality Standards for Contaminated Sites Nova Scotia* y *Environmental Quality Guidelines for Alberta* (2014) de Canadá.

Tabla 5-12. Contaminantes Identificados para Sedimentos en el Sitio S0104 (Botadero Km 2)

Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014) (mg/kg)				**N/A**	**37,3**	**35**	**0,17**
ISQG - PEL (mg/kg)					**90**	**91,3**	**0,486**
Environmental Quality Standards for contaminated Sites (2014) Nova Scotia (mg/kg)				**500**	**N/A**	**N/A**	**N/A**
Punto de Muestreo	**Profundidad (m)**	**Coordenadas, UTM, WGS84, ZONA 18 S**		**Concentración en mg/kg MS**			
		Este	**Norte**	**Hidrocarburos Totales de Petróleo (C9-C40)**	**Cromo (Cr)**	**Plomo (Pb)**	**Mercurio Total (Hg)**
S0104-Sed00 1-0,00	0,20-0,95	339152	9693170	746,8	N.A.	N.A.	N.A.

Nota: Los valores que presentan (N/A) en los límites establecidos en la normatividad hace referencia a que no se tiene una concentración estándar para estos contaminantes.
Los valores que presentan (N.A.) hacen referencia a los puntos de muestreo donde no se presenta concentración que sobrepasen los límites estándar de referencia.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Luego de conocer los potenciales contaminantes presentes en el Sitio S0104 (Botadero Km 2), se identificaron como contaminantes de preocupación, los Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP) en base a las conclusiones del ERSA. En la **Tabla 5-13** se observa el nivel de remediación que se recomienda llegar con el objeto de analizar la alternativa más viable y capaz de disminuir la concentración del contaminante de preocupación.

Tabla 5-13 Contaminante de Preocupación para el Suelo del Sitio S0104 (Botadero Km 2)

Contaminantes de Preocupación (CP)	Máxima Concentración (mg/kg)	Nivel de Remediación (mg/kg)
HTP (C9-C40)	746,8	500[1]

[1]*Environmental Quality Guidelines for Alberta (2014) de Canadá*.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.5.2.2.2. Selección de la Tecnología de Remediación

La selección de la tecnología de remediación se realizó con la identificación del escenario de contaminación del Sitio S0104 (Botadero Km 2), teniendo en cuenta el análisis de las técnicas de remediación en la matriz de suelo y las características físicas, químicas y biológicas propias de la selva amazónica de Perú. De igual forma se realizó la evaluación de la matriz de sedimentos de acuerdo con los contaminantes de preocupación y la viabilidad de tratar los sedimentos con el suelo contaminado.

La selección de alternativas se realizó partiendo de un diagnóstico de contaminantes, con base en los resultados obtenidos en los muestreos realizados en campo en época seca y posteriormente del análisis de ERSA, con el objeto de conocer el escenario de contaminación en el que se encuentra el sitio y analizar la alternativa más viable y capaz de remover y/o inmovilizar los agentes contaminantes.

A continuación, se describe por fases la metodología que fue utilizada para la selección de la alternativa de remediación más viable en el sitio impactado.

- **Fase Inicial: Análisis de los tipos de técnicas**

Para la selección de la técnica más viable se consideró que los sedimentos luego de ser extraídos del lecho de las zonas con presencia en la quebrada del Sitio S0104 (Botadero Km 2) poseen características propias de suelo, es decir que los sedimentos serán transportados y tratados como suelo, lo cual favorece en la reducción de costos tanto de logística como de adquisición de equipamientos. Además, se debe tener en cuenta que, al traerse como suelo, el sedimento tratado no volverá al lecho del cuerpo del agua.

En la **Tabla 5-14**, se encuentran las tres (3) técnicas de remediación de sedimentos analizadas para la implementación en la zona de estudio.

Tabla 5-14. Técnicas de Remediación de Sedimentos Analizadas en la Fase Inicial

Técnicas de Remediación	Contaminantes Removidos y/o Inmovilizados	
	Orgánicos biodegradables	Metales pesados
Bioestimulación enzimática (ex situ)	Hidrocarburos Totales de Petróleo	No
Bioceldas o biopilas (ex situ/off site)	Derivados del petróleo, compuestos orgánicos volátiles halogenados y no halogenados, compuestos orgánicos semivolátiles y pesticidas.	No
Lavado de Sedimentos - Washing (*ex situ*)	Compuestos orgánicos semivolátiles e hidrocarburos derivados del petróleo.	Si

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- **Fase Intermedia: Evaluación de las Técnicas de Remediación de Sedimentos Seleccionadas**

De las anteriores, se identificaron las alternativas más viables que se pueden implementar de acuerdo a la evaluación técnica por tipo de contaminante, con el propósito de seleccionar la técnica más efectiva teniendo en cuenta el costo/beneficio.

- Alternativa 1: Bioestimulación enzimática (ex situ)
- Alternativa 2: Bioceldas o biopilas (ex situ/off site)
- Alternativa 3: Lavado de Sedimentos - Washing (ex situ)

Cabe mencionar que para el caso de las técnicas (*ex situ*), los sedimentos deben tener un proceso de secado, esto se realizará por medio de una deshidratación por lechos de secado, en donde se tendrá en cuenta prevenir la filtración por precipitación que pueda afectar el proceso de secado. Esto se realizará por medio del cubrimiento de las celdas de secado y con la adecuación de canales perimetrales.

En la **Tabla 5-15**, se muestran las ventajas y desventajas de las técnicas de remediación que resultaron viables por la contaminación que presentan los sedimentos identificados en el Sitio S0104 (Botadero Km 2).

Tabla 5-15. Ventajas y Desventajas de las Alternativas de Sedimentos Seleccionadas

Alternativas	Ventajas	Desventajas
Lavado de Sedimentos (Washing)	• Tratamiento de contaminación mixta por HTP y metales pesados. • Técnica relacionada con la alternativa seleccionada en la matriz de suelo. • Logística de movimiento de equipos sedimento a remediar compartida con la matriz de suelo. • Efectividad en el porcentaje de remoción del contaminante. • No requiere un área extensa para el tratamiento.	• Tiempo de secado del sedimento. • Generación de lixiviados después del lavado. • Trabajos sobre los cuerpos del sitio impactado. • Largos desplazamientos para la movilización de material a tratar. • Distancias extensas para la movilización de material a remediar. • Dificultad de acceso al sitio.
Bioceldas o biopilas (ex situ/off site)	• Tratamiento efectivo al contaminante de preocupación. • Se puede combinar con otra técnica para el tratamiento de contaminación por hidrocarburos y metales pesados. • Logística de movimiento de equipos sedimento a remediar compartida con la matriz de suelo. • Distancias cortas de movilización de material a remediar.	• Generación de impacto ambiental por intervención de la zona. • Se debe aplicar insumos para volver los sedimentos más permeables. • No remueve Metales Pesados. • El tratamiento se debe ejecutar bajo techo. • Requiere áreas extensas para el tratamiento. • Dificultad de acceso al sitio.
Bioestimulación Enzimática	• Tratamiento de contaminación hidrocarburos. • Mínimo desplazamiento a suelo a tratar • Logística de movimiento de equipos sedimento a remediar compartida con la matriz de suelo. • Distancias cortas de movilización de material a remediar.	• Generación de impacto ambiental por intervención de la zona por la construcción de las celdas de tratamiento. • Tiempo de secado del sedimento. • Tratamiento complementario para metales pesados. • Trabajos sobre los cuerpos de agua del sitio Impactado. • Requiere áreas extensas para el tratamiento. • Dificultad de acceso al sitio.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- **Fase Final: Selección de la Alternativa de Remediación**

Después de conocer las tres (3) alternativas más viables que se pueden implementar de acuerdo a la evaluación técnica realizada en la fase intermedia, se tomó una segunda matriz de selección de tecnologías, tomando como consideración criterios sociales, económicos y ambientales propios del sitio impactado con el propósito de seleccionar la tecnología más efectiva teniendo en cuenta el costo/beneficio de la misma. (Ver **Tabla 5-15**).

Tabla 5-16. Matriz de Selección de Tecnologías de Remediación de Contaminación por Hidrocarburos Totales de Petróleo

Sitio S0104 (Botadero Km 2) - Contaminación por HTP									
Aspectos Cuantitativos		Aspectos Cualitativos	Técnicas de Remediación						
Máxima Puntuación	Ponderación (%)	**Tipo de técnica de Remediación**	**Procedimientos Fisicoquímicos**						
			Ex Situ		Ex Situ		Ex Situ		
		Tipo de contaminante que trata	HTP						
		Técnica de Remediación	Bioceldas o biopilas		Bioestimulación enzimática		Lavado (Washing)		
		Aspectos y atributos	**Calificación Cuantitativa**						
			Puntuación	Ponderación	Puntuación	Ponderación	Puntuación	Ponderación	
12	**25**	**1. Aspectos Ambientales**	**6,00**	**12,50**	**6,00**	**12,50**	**8,00**	**16,67**	
3	40	Eficacia del Cumplimiento con los Objetivos de Remediación	1,00	13,33	2,00	26,67	3,00	40,00	
3	35	Riesgo asociado al componente Ambiental (agua, aíre, suelo, sedimento, biológico (flora y fauna), hidrobiológico)	3,00	35,00	2,00	23,33	3,00	35,00	
3	15	Grado de Monitoreo Ambiental requerido Post-Remediación	1,00	5,00	1,00	5,00	1,00	5,00	
3	10	Requerimiento de Autorizaciones previas a las acciones de remediación	1,00	3,33	1,00	3,33	1,00	3,33	
24	**15**	**2. Aspectos Técnicos/ Ingeniería**	**16,00**	**10,00**	**14,00**	**8,75**	**12,00**	**7,50**	
3	20	Grado y Tipo de Contaminación	3,00	20,00	2,00	13,33	2,00	13,33	
3	10	Acondicionamiento del Material	1,00	3,33	1,00	3,33	1,00	3,33	
3	15	Generación de Residuos	2,00	10,00	2,00	10,00	1,00	5,00	
3	10	Área requerida de la Instalación	2,00	6,67	2,00	6,67	2,00	6,67	
3	10	Nivel de experiencia en la Técnica de Remediación	3,00	10,00	2,00	6,67	2,00	6,67	
3	10	Requerimiento de Acciones Complementarias Post-Remediación del Sitio	1,00	3,33	1,00	3,33	1,00	3,33	
3	15	Consumo/Afectación de los Recursos Naturales (agua superficial, agua subterránea, suelo, especies forestales)	2,00	10,00	2,00	10,00	2,00	10,00	
3	10	Riesgos Operacionales relacionados con la Técnica de Remediación	2,00	6,67	2,00	6,67	1,00	3,33	
15	**15**	**3. Aspectos Logísticos**	**8,00**	**8,00**	**8,00**	**8,00**	**9,00**	**9,00**	
3	20	Acceso al Sitio	2,00	13,33	2,00	13,33	2,00	13,33	
3	25	Requerimiento de Transporte (fluvial, marítimo y/o terrestre)	1,00	8,33	1,00	8,33	1,00	8,33	
3	20	Requerimiento y tipo de Equipo	1,00	6,67	1,00	6,67	1,00	6,67	
3	20	Servicios de Apoyo	2,00	13,33	2,00	13,33	3,00	20,00	
3	15	Tipo y fuentes de Energía	2,00	10,00	2,00	10,00	2,00	10,00	
15	**30**	**4. Aspectos Sociales**	**11,00**	**22,00**	**12,00**	**24,00**	**11,00**	**22,00**	
3	30	Riesgo a los receptores (comunidad, centros poblados, etc.) - ERSA	1,00	10,00	1,00	10,00	1,00	10,00	
3	15	Tiempo de respuesta de la Técnica de Remediación	2,00	10,00	3,00	15,00	2,00	10,00	
3	25	Generación de Empleo Local	3,00	25,00	3,00	25,00	3,00	25,00	
3	15	Contratación de Servicios Locales	3,00	15,00	3,00	15,00	3,00	15,00	
3	15	Percepción de la Remediación por la Comunidad	2,00	10,00	2,00	10,00	2,00	10,00	

Sitio S0104 (Botadero Km 2) - Contaminación por HTP									
Aspectos Cuantitativos		**Aspectos Cualitativos**	**Técnicas de Remediación**						
Máxima Puntuación	**Ponderación (%)**	**Tipo de técnica de Remediación**	**Procedimientos Fisicoquímicos**						
			Ex Situ		Ex Situ		Ex Situ		
		Tipo de contaminante que trata	HTP						
		Técnica de Remediación	Bioceldas o biopilas		Bioestimulación enzimática		Lavado (Washing)		
		Aspectos y atributos	**Calificación Cuantitativa**						
			Puntuación	Ponderación	Puntuación	Ponderación	Puntuación	Ponderación	
9	**15**	**5. Aspectos Económicos**	**6,00**	**10,00**	**6,00**	**10,00**	**3,00**	**5,00**	
3	50	Niveles de Inversión	2,00	33,33	2,00	33,33	1,00	16,67	
3	25	Costos de movilización de Equipos (adecuación/mantenimiento de vías, transporte)	2,00	16,67	2,00	16,67	1,00	8,33	
3	25	Costos de Mantenimiento o Vigilancia, durante y Post-Remediación	2,00	16,67	2,00	16,67	1,00	8,33	
75	**100**	**Ponderación Total**	**62,50**		**63,25**		**60,17**		

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

000408

De esta forma, la técnica que obtuvo el puntaje más alto fue la técnica de Bioestimulación Enzimática, con un puntaje de 63,25%, teniendo en cuenta que los sedimentos serán tratados como suelo.

La matriz de viabilidad para el tratamiento de sedimentos se encuentra en el **Anexo 6.11.6.**

5.5.3. Resultados de Ensayos de Laboratorio y/o Ensayo Piloto Similares

Con el fin de determinar las características fisicoquímicas del suelo a tratar para mejorar la eficiencia de la aplicación de la técnica de remediación seleccionada se tomaron muestras de suelo y se realizó el análisis de laboratorio de las características de los nutrientes del suelo en relación -NPK (Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K)) en el sitio impactado. Considerando los análisis realizados, se concluye que los suelos amazónicos tienen una muy baja capacidad de retención de los nutrientes, dada por la descomposición de la materia orgánica. Esto se debe, en parte, a la alta concentración de aluminio e hidrógeno, que ocupan los espacios en los que los nutrientes deberían ser retenidos disminuyendo así la capacidad de intercambio catiónico. De igual forma se observa un bajo contenido de nutrientes y la baja capacidad de intercambio catiónico que se debe principalmente a las altas temperaturas y precipitaciones.

En el **Anexo 6.11.8.**, se encuentra un análisis y los resultados de caracterización del Topsoil, con el fin de conocer las características iniciales del suelo.

A continuación, se presentan los casos de estudio y/o experiencias de las alternativas que se evaluaron por tipo de contaminación. En el **Anexo 6.11.7.** se encuentran estos casos descritos en detalle.

5.5.3.1. *Contaminación por Hidrocarburos Totales de Petróleo*

A continuación, se presentan casos de estudio y/o experiencias de implementación de las tres (3) alternativas de remediación más viables para aplicar al sitio impactado, según el análisis realizado en la matriz técnica de selección de tecnologías de remediación. Dichas técnicas corresponden a *bioestimulación enzimática, electrobiorremediación y biopilas.* Las experiencias fueron encontradas por medio de una búsqueda bibliográfica y teniendo en cuenta condiciones similares a las del Sitio S0104 (Botadero Km 2).

Para el caso de la técnica de remediación de biopilas fueron encontrados dos (2) casos de estudio a escala real: el Proyecto de Remediación Voluntario liderado por la Compañía Logística de Hidrocarburo (CLH) utilizando biopilas aeróbicas (Villa, y otros, 2014)[46] y el "Saneamiento de Suelos Contaminados con Hidrocarburos mediante Biopilas", liderado por el Instituto de Ingeniera de la UNAM de México. (Iturbe-Arguelles, Flores-Torres, Chávez-López, & Roldán-Martín, 2002)[47]. Ambos proyectos ejecutados debido a pasivos ambientales.

El primer proyecto, fue desarrollado en la Isla de Menorca, España y pretendía el saneamiento de una parcela de 2000 m^2 con un volumen de suelo aproximado a tratar de 4000 m^3; en la parcela se desarrollaban actividades de almacenamiento de hidrocarburos ya que estaba ubicada en las proximidades del aeropuerto Mahón, España. En este proyecto, fueron realizados ensayos de biotratabilidad para seleccionar la alternativa de remediación más viable para llevar a cabo una remediación exitosa y, como resultado, encontraron que se puede llevar la descontaminación de suelo mediante técnicas de biorremediación, ya que en los ensayos piloto hubo una reducción del 60% de contaminantes en dos meses de tratamiento con aireación y fertilización con N y P.

Después de corroborar la viabilidad de la técnica de biopilas aeróbicas para la descontaminación del subsuelo del emplazamiento de Mahón, se procedió con la implementación del proyecto a escala real,

[46] Villa, J., Urbizu, A., Grifoll, M., Bosch, M., Nilsson, J., López, S., & Piñuela, P. (2014). Técnicas de biorremediación para el saneamiento del subsuelo. Proyectos Químicos, 48-57.
[47] Iturbe-Arguelles, R., Flores-Torres, C., Chávez-López, C., & Roldán-Martín, A. (2002). Saneamiento de Suelos Contaminados con Hidrocarburos mediante Biopilas. Ingeniería Investigación y Tecnología, 25-35.

el cual tuvo una duración aproximada de 8 semanas y una reducción de las concentraciones de 4000 ppm a aproximadamente 800 ppm.

El segundo proyecto, fue realizado en México, debido a la contaminación de subsuelo de una refinería en una zona costera. La remedición inicio con la construcción de una biopila en área de 10 x 10 metros en la zona contaminada con una concentración promedio de 35.000 mg/kg de HTP. Este proyecto de remediación tuvo un resultado positivo después de 22 semanas de operación, ya que la tasa de biodegradación fue de aproximadamente 70/mg/kg/día, con un promedio de 81% de eficiencia de remoción de HTP.

Con respecto a la técnica de electrobiorremediación, existen avances científicos exitosos a escala piloto. Uno de ellos, fue la "Electrobiorremediación de un Suelo con una Contaminación Antigua de Hidrocarburo", llevado a cabo en el Centro de Estudios e Investigación en Microbiología Aplicada (CEIMA) de la Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (UNPSJB) en la Ciudad de Comodoro Rivadavia, Argentina; este experimento duró 63 días y se realizó debido al pasivo ambiental ocasionado por las actividades petroleras que se han venido llevando a cabo en la ciudad de Comodoro, Rivadavia y sus al rededores. Los resultados del ensayo arrojaron una disminución en las concentraciones de hidrocarburos con la aplicación de la electrobiorremediación, ya que los porcentajes de degradación fueron de 89%, 80% y 90%, logrando la degradación completa de compuestos como los alcanos de entre 27 y 30 carbonos. (Baztan, Pucci OH, & Pucci GN, 2015)[48].

Asi mismo fue realizado por Martínez, Unzuleta & Pérez (2014)[49] un proyecto a escala piloto, en el que suelo contaminado con HTP fue sometido a cuatro (4) tratamientos (lixiviación LIX, biorremediación BR, electrorremediación ER y electrobiorremediación EBR), para evaluar la eficiencia de remoción en suelos contaminados con HTP. El resultado del experimento arrojo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, siendo la electrobiorremediación la mejor alternativa de tratamiento, debido a que en comparación con las otras alternativas hubo una remoción del 89% en 700 horas de tratamiento mientras que electrorremediación tuvo un porcentaje de remoción del 68% en el mismo tiempo.

Por otro lado, la técnica de Bioestimulación enzimática ha sido realizada y verificada experimentalmente por parte de la empresa Varichem de Colombia G.E.P.S. en Colombia. Esta técnica se fundamenta en la aplicación de determinados productos que bajo acción química o biológica generan la degradación de hidrocarburos.

Uno de los casos de aplicación de la técnica por Varichem de Colombia G.E.P.S, corresponde a la remediación de un área donde ocurrió el vertimiento de hidrocarburos en el aeropuerto José María Córdoba– Antioquia". En total fueron tratados 216 m^3 de suelo y el resultado arrojo un porcentaje de remoción de HTP de 81,4%, con concentraciones (inicial, intermedia y final) de 1130 mg/kg, 278,40 mg/kg y 209,30 mg/kg, respectivamente.

Otro proyecto desarrollado por la compañía colombiana, fue el "Servicio de Tratamiento de Suelos Impregnados de Hidrocarburo, depositados en las Locaciones: Caño Limón 11, La Yuca 49 y Mata Negra 60; pertenecientes al Campo Caño Limón en el Departamento de Arauca" en el que se logró la recuperación de áreas impregnadas con hidrocarburos y cumplir con los parámetros de calidad establecidos en la norma internacional Louisiana 29B; las actividades de recuperación correspondían a la biodegradación del contaminante en el suelo impactado por medio de la técnica de Bioestimulación enzimática y posteriormente la ejecución de actividades de reconformación paisajística y revegetación del área afectada. Dichas actividades fueron desarrolladas durante cuatro (4) meses, tratando un volumen estimado de suelo de 2971 m^3. El resultado de la remediación fue

[48] Baztan, M. S., Pucci OH, O. H., & Pucci GN, G. N. (2015). Electrobiorremediación de un Suelo con una Contaminación Antigua de Hidrocarburo. Acta Biológica Colombiana, 145-152.

[49] Martínez Prado, M., Unzuleta Medina, J., & Pérez López, M. (2014). Electrobioremediation as a Hybrid Technology to Treat Soil Contaminated With Total Petroleum Hydrocarbons. Revista Mexicana de Ingeniería Química Vol. 13, No.1, 113-127.

exitoso, ya que al finalizar las actividades se evidencio a través de los análisis de laboratorio que el área cumplía con los estándares de calidad internacionales, con una reducción de las concentraciones iniciales de HTP de aproximadamente 69%.

Finalmente, uno de los proyectos más exitosos desarrollados por Varichem de Colombia, corresponde a los "Trabajos de Biodegradación realizados para el Tratamiento de los Lodos de Fondo del Predio Corinto ubicado en Campo 6 del Corregimiento El Centro, Municipio Barrancabermeja". Este trabajo realizado durante dos años, en dos predios, para la descontaminación del material impactado en un área aproximada de 19869,852 m^2 en campo abierto y bajos pantanosos y, fue tratado un volumen aproximado de 29071,04 m^3. El resultado del proceso de remediación fue exitoso, logrando reducir las concentraciones iniciales de 40.100 ppm a 428, 18 ppm de HTP en el predio 1 y de 32.220ppm a 250ppm en el predio 2, respectivamente.

5.5.3.2. *Contaminación por Metales Pesados*

A continuación, se presentan casos de estudio y/o experiencias de implementación de las tres (3) alternativas de remediación más viables para aplicar al sitio impactado, según el análisis realizado en la matriz técnica de selección de tecnologías de remediación. Dichas técnicas corresponden a *lavado ex situ (Washing), Solidificación ex situ* y *remediación electrocinética.* Las experiencias fueron encontradas por medio de una búsqueda bibliográfica y teniendo en cuenta condiciones similares del S0104 (Botadero Km 2).

Para la técnica de remediación de lavado *ex situ (Washing)* se encontraron dos casos a escala real: El primero, lavado de suelo para la Planta de Municiones del Ejército de las Ciudades Gemelas (Fristad, 1995)[50], y el segundo, lavado de suelo para *Superfund* de la Corporación Técnica de *King of Prussia* (KOP). (United States Environmental Protection Agency, USEPA, 1995)[51]. Adicionalmente, se identificó un caso a pequeña escala, el cual verificó la viabilidad del uso de una planta de lavado *(Washing)* para el tratamiento de suelo contaminado con uranio en la Compañía de Titanio RMI (United States Department of Energy, USDOE, 1998)[52]

La remediación del suelo impactado por el manejo inadecuado de los desechos de la producción de municiones de la TCAAP, fue realizado con la combinación de dos tecnologías: lixiviación del suelo y lavado *ex situ* (*Washing*), a cargo de las compañías COGNIS y Bescorp. El suelo estaba contaminado con ocho (8) metales, de los cuales, plomo y cobre, arrojaron niveles iniciales de 86.000 ppm y 100.000 ppm, respectivamente. (El promedio de las concentraciones de los otros metales pesados fue de 1.600 ppm). (Fristad, 1995).

El sistema de remediación fue diseñado para tratar más de 20.000 toneladas de suelo y fue exitoso, debido a que fueron cumplidos los criterios de limpieza (menos de 175ppm), permitiendo que todo el suelo se reutilizara en el sitio sin generar aguas residuales, pues los metales pesados se lixiviaron con éxito utilizando diferentes agentes químicos.

El segundo caso de lavado, fue la remediación del suelo del sitio *Superfund* de la KOP. El suelo había sido impactado debido al vertimiento de los líquidos provenientes de los residuos industriales generados en KOP. El sitio resulto contaminado por 11 metales pesados, principalmente de cromo, cobre y níquel, con concentraciones máximas registradas de 8010 mg/kg, 9070 mg/kg y 387 mg/kg, respectivamente, y compuestos orgánicos volátiles y semivolátiles.

En total fue tratado un volumen de suelo contaminado de aproximadamente 19.200 toneladas, en una planta de lavado con una capacidad de 25 ton/h durante 4 meses. El proceso de lavado resulto

[50] *Fristad, W. E. (1995). Case Study: Using soil washing/leaching for the removal of heavy metal at the twin cities army ammunition plant. Remediation, 5 (4), 61-72.*
[51] *United States Environmental Protection Agency, USEPA. (16 de March de 1995). Cost and Performance Report: Soil Washing at the King of Prussia Technical Corporation Superfund Site Winslow Township New Jersey. Obtenido de https://clu-in.org/PRODUCTS/COSTPERF/SOILWASH/KOP.HTM*
[52] *United States Department of Energy, USDOE. (1998). Cost and Performance Report: Chemical Extraction for Uranium Contaminated Soil, RMI Titanium Company Extrusion Plant Ashtabula Ohio. Ohio.*

exitoso debido a que los niveles de limpieza establecidos por la entidad regulatoria fueron cumplidos, además, el material resultante (torta de lodo residual) no evidenció en los análisis de laboratorio concentraciones de contaminantes, por lo que el tratamiento de los lixiviados también resulto efectivo.

Por su lado, la técnica de remediación electrocinética fue considerada viable por las características fisicoquímicas del suelo, sobre todo por las características arcillosas y la baja permeabilidad del mismo, debido a que es la única técnica que permite penetrar suelos de baja permeabilidad con soluciones que contengan enmiendas para mejorar las características del suelo. (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD., 2018). [53].

Una experiencia de remediación electrocinética a escala real y piloto, se desarrolló en suelo contaminado con cromo y cadmio, utilizando sobre las muestras una densidad de corriente de 5 A/m^2 durante 1.200 horas. Esta prueba fue realizada usando ácido cítrico para la extracción de los contaminantes, demostrando la mejora en la extracción de los contaminantes con el uso del agente químico, especialmente en las secciones cercanas al cátodo. (Gent, y otros, 2004)[54].

La demostración en campo se realizó en la Estación Naval *Air Wapon Station* (NAWS) ubicada en Point Mugu, California; donde fueron ubicados tres cátodos dentro de seis ánodos. La distancia entre ánodo y cátodo fue de 4,45 m, con una tensión constante de 60 V (13 V/m), aplicada durante 20 días. Después, redujeron la tensión a 45 V (10 V/m) durante 5 meses. Asimismo, fue utilizado ácido cítrico para mantener el pH del cátodo en 4 unidades. (Gent, y otros, 2004)

Los resultados de la demostración en campo arrojaron después de 6 meses de tratamiento, la reducción del 78% de cromo (por debajo de los niveles de fondo naturales). Para el caso del cadmio, hubo una reducción del 70%. Las demostraciones realizadas en laboratorio y campo, indicaron que el proceso de campo fue más efectivo que las pruebas de laboratorio. (Gent D. , y otros, 2004).

Otro estudio de caso a escala piloto, fue usado suelo contaminado con cadmio (Cd), cobre (Cu), plomo (Pb) y arsénico (As), cerca de una fundición ubicada en la región del medio oeste de Corea del Sur. La fundición, funciono desde 1936 hasta 1986, principalmente para la refinación de Cu y fue abandonada sin ningún tratamiento y gestión ambiental. (Kim, K.Y. Lee, B.T. Lee, S.O. Kim, K.W. Kim (2012)[55]

El ensayo electrocinético fue realizado por lotes, combinando dos procesos: biolixiviación y electrocinética (Bioelectrocinética secuencial y bioelectrocinética integrada), y una serie que utiliza solo electrocinética (Electrocinética individual) como control. Los resultados revelaron que las técnicas de remediación electrocinética (SEK) y de bioelectrocinética secuencial (SBEK), son muy eficientes para eliminar Cu y Pb, debido a que lograron eficiencias de eliminación del 73,5% y el 88,5%, respectivamente. Para el caso del ensayo de bioelectrocinética integrada (IBEK), hubo un aumento de las eficiencias de remoción de metales pesados. (Kim, Young Lee, Tae Lee, Kim Oh, & Kim Woong, 2012).

Con respecto a la técnica de inmovilización, Romero y Vargas (2008)[56] lograron con ejercicios prácticos evaluar la tecnología en un lodo proveniente del tratamiento del agua residual del proceso de electrodeposición de cromo y níquel sobre cobre de la empresa Prolex S.A.; dos reactivos químicos vencidos con contenido de metales tóxicos (plomo y cadmio); y dos residuos sólidos resultantes del tratamiento de desechos líquidos del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR).

[53] Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD. (Julio de 2018). Estudio Técnico Independiente del ex Lote 1AB. Lima, Perú.

[54] *Gent, D., Bricka, R., Alshawabkeh, A., Larson, S., Fabian, G., & Granade, S. (2004). Bench and field-scale evaluation of chromium and cadmium extraction by electrokinetics. Hazardous Materials, Volume 110, Issues 1-3, 53-62.*

[55] *Kim, H.-A., Young Lee, K., Tae Lee, B., Kim Oh, S., & Kim Woong, K. (2012). Comparative study of simultaneous removal of As, Cu, and Pb using different combinations of electrokinetics with bioleaching by Acidithiobacillus ferrooxidans. Water Research, Volume 46, Issue 17, 5591-5599.*

[56] Romero, L. G., & Vargas, M. (2008). *Informe final: desarrollo de la tecnología de inmovilización/solidifiación de desechos peligrosos en Costa Rica.* Costa Rica: Tecnología en Marcha, Vol 22, Nº2, Abril-Junio 2009, pp. 79-90.

El resultado del ensayo piloto de Romero & Vargas (2008) indico que, para todas las mezclas de cemento utilizado, hubo una inmovilización del contaminante, lo que reflejó una disminución en el contenido del níquel en el lixiviado del lodo proveniente de la empresa Prolex S.A. Para el caso de la inmovilización de metales tóxicos de reactivos químicos de laboratorio vencidos, el uso de los cementantes fue exitoso para la inmovilización del cadmio y, los resultados de la solidificación de los líquidos peligrosos del ITCR, indicaron concentraciones por debajo de la norma para todos los metales, demostrando que no se clasifica como residuo peligroso.

Otro caso de estudio de solidificación a escala campo, fue el desarrollado por Scanferla y otros (2009)[57], quienes verificaron la efectividad del procedimiento *ex situ* en un área altamente contaminada por metales pesados (As, Cd, Hg y Pb), debido la descarga incontrolada de desechos generados por la operación de la fábrica artística de vidrio en la isla de Murano, en Venecia, Italia; la fábrica estuvo operando hasta 1993.

Scanferla y otros (2009) con la colaboración de autoridades locales, después de pruebas piloto y de laboratorio, planificaron la implementación de la tecnología en la isla de Murano, para que el sitio pudiera ser habitado con fines de vivienda. En total fueron tratados 5.000 m^3 de suelo y los análisis químicos sobre los lixiviados generados en el proceso arrojaron una concentración acumulada más baja que los limites regulatorios relativos (EMD) para todas las muestras después de implementar la técnica, indicando la habilidad que tiene la técnica para inmovilizar metales pesados como As, Cd, Hg y Pb, además de demostrar que el tratamiento de remediación del suelo ofrece varias ventajas fisicoquímicas, mecánicas y ecotoxicológicas. (Scanferla, y otros, 2009).

Sin embargo, Scanferla y otros (2009), indicaron que el costo de la aplicación *ex situ* es más alto que la aplicación *in situ,* lo cual presenta varias limitaciones de factibilidad, pero con la ventaja de aumentar la inmovilización de los contaminantes en suelos contaminados.

5.5.4. Análisis de Costo/Efectividad de las Posibles Alternativas

5.5.4.1. *Generalidades Del Costo Efectividad*

El Análisis Costo Efectividad en adelante "ACE" es una herramienta de planeación estratégica, que tiene por objeto fortalecer el proceso de toma de decisiones en cuanto a la selección de un conjunto de alternativas que resulten de prioritaria operación, y que a su vez garantice el mejor escenario de sostenibilidad financiera y viabilidad técnica. En términos generales el ACE se constituye como un indicador que relaciona los costos financieros de una alternativa y las implicaciones (impactos – consecuencias) de la misma. Es así, como el valor relativo del indicador se expresa como el cociente entre el Valor Presente de los costos del proyecto por la unidad en la que se mide la intervención, y el beneficio neto o su efectividad, que para el presente estudio está relacionado con la capacidad de remoción de contaminantes presentes en el suelo y los sedimentos. Este cociente se conoce habitualmente como "Coste Efectividad Medio" (CEM), y de acuerdo con las consideraciones anteriores se obtiene mediante la **Ecuación 5-1.**

$$CEM\ alternativa = \frac{VPN\ Costos\ m^3}{Efectividad\ (\%\ de\ remoción\ de\ contaminates).}$$

Ecuación 5-1. Costo Efectividad Medio

Fuente: Medicina basada en la eficiencia (costo-efectividad y costo-utilidad) como refuerzo de la Medicina basada en la evidencia. Caro, Javier. Madrid, España. 2018.

Considerando lo anterior, las alternativas con CEM bajos son altamente eficientes (costo efectivas), ya que tienen un menor costo por cada unidad de beneficio neto o efectividad que producen como se ve en la **Figura 5-1**. Por otro lado, las intervenciones con CEM altos son menos eficientes.

[57] Scanferla, P., Ferrari, G., Pellay, R., Volpi Ghirardini, A., Zanetto, G., & Libralato, G. (2009). Innovative stabilization/solidification treatment for contaminated soil remediation: demonstration project results. Soils and sediments JSS, v. 9, no. 3, 229-236.

Figura 5-1. Criterio de Análisis para el CEM
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Dentro del análisis se determinaron por alternativa los costos de los equipos, maquinaria y herramientas, teniendo en cuenta factores como disponibilidad, transporte y mecanismos de obtención (alquiler o compra), así mismo se consideraron los insumos requeridos, el costo de salarios de operarios con sus porcentajes de prestaciones sociales indicadas por la normatividad aplicable en Perú, exámenes de ingreso periódicos y egreso de los mismos. Interfiere también en la evaluación, la selección del tamaño del área a remediar y la ubicación del sitio. Después de tener en cuenta los recursos necesarios para la ejecución de las técnicas, se estimó un porcentaje de efectividad que se compara con el tamaño del proyecto, viabilidad técnica, la capacidad instalada y los beneficios ambientales, sociales y económicos que permitieron seleccionar la mejor opción.

En un escenario tan ideal como irreal, todas las alternativas de descontaminación de suelos que produjeran beneficios socio-ambientales, deberían aplicarse, independientemente de su costo; sin embargo, en la realidad existen restricciones presupuestarias que limitan la disponibilidad de las alternativas, y exigen un enfoque de racionalización económica y optimización de recursos. El ACE es una herramienta muy útil bajo estos contextos, ya que, en el caso de tener que comparar varias intervenciones, permite hacer una clasificación ordenada de ellas en función de la relación existente entre su costo y su efectividad.

De este modo, por la complejidad de los factores que juegan un papel determinante en la evaluación final de las alternativas, fueron calculados los precios de las fases de ejecución de las técnicas preseleccionadas con valores de referencia como lo expone Pérez, Teutli & Ramírez[58] y Solis (2000)[59] para las técnicas de remediación electrocinética y solidificación ex situ, respectivamente. Se estableció una relación entre una situación real y el análisis de las alternativas de remediación propuestas, tomando como referencia el tratamiento de un volumen de suelo contaminado de 2800 m^3 documentado por la Environmental Protection Agency, EPA (2003) con el ánimo de obtener un punto de comparación y lograr analizar el costo/efectividad de las acciones de tratamiento recomendadas.

5.5.4.1. Metodología

La realización del ACE, se estructura de acuerdo a los siguientes pasos:

5.5.4.1.1. Paso 1: Identificación de flujos de información necesaria para el ACE

En la **Tabla 5-17** se relacionan los flujos de información y su descripción, los cuales son la base del costeo en cada una de las alternativas.

[58] Pérez, D. A., Teutli, M. M., & Ramírez, M. E. (2007). Electrorremediación de suelos contaminados, una revisión técnica para su aplicación en campo. Internacional de Contaminación Ambiental, 131-132.
[59] Solis, L. E. (2000). Diseño de Sistemas de Estabilización/. Monterrey: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.

Tabla 5-17. Identificación de Flujos de Informacion para el ACE

Aspectos	Descripción
Costos y aspectos técnicos	Los costos del proyecto están estrechamente ligados al volumen que puede tratar la técnica. Si la capacidad de tratamiento se incrementa, los costos fijos unitarios decrecen y por lo tanto los costos unitarios totales se maximizan haciendo más rentable el proceso de remediación en el sitio impactado. En efecto, la estimación de los costos está asociada a la estructuración de los siguientes presupuestos: • Maquinaria • Equipos e insumos. • Consumibles. • Mano de Obra Directa e Indirecta. • Gastos Logísticos y administrativos.
Tamaño o Capacidad del Proyecto	Se define la capacidad probable para realizar el tratamiento durante la pre factibilidad del proyecto. Desde un inicio es importante definir el tamaño del proyecto: la forma más adecuada es establecer la ejecución de las alternativas por unidad de tiempo; también se pueden usar medidas para complementar la apreciación del tamaño del proyecto, número de puestos laborales que tengan relación directa laboral con el mismo, área física ocupada, número de equipos usados y consumo de materiales por m^3 tratado.
Capacidad Instalada del Proyecto	Corresponde a la capacidad máxima disponible permanente de maquinaria y equipos en estado óptimo para operaciones de trabajo y operarios en perfecto estado de salud para las labores de trabajo. Teniendo en cuenta lo anterior, esta capacidad está dada por el tiempo de uso de la maquinaria y equipos requeridos con un turno de 8 horas diarias por 2 o 6 meses iniciales que tardaría la instalación y puesta en marcha de las diferentes técnicas viables para este sitio, en la fase de estudio de ingeniería de proyectos se recomienda tener en cuenta la depreciación de los mismos. En cuanto al personal se deberán realizar las habilitaciones respectivas (exámenes de ingreso, periódicos y de retiro para comprobar su estado de salud), además se deberá contar con un médico en el lugar y con personal de HSE-Q para evitar o disminuir riesgos asociados a la ejecución de las labores.
Localización	Corresponde a la cuantificación espacial para poder estimar la distribución de maquinaria, equipos, productos e insumos en el proyecto

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.5.4.1.2. Paso 2: Estimación del valor presente neto de los costos

La estimación del VPN de costos constituye la etapa previa al cálculo del CEM; así las cosas, el VPN está asociado directamente al valor total de los costos por cada uno de los presupuestos mencionados anteriormente, tal y como se evidencia en la **Ecuación 5-2:**

$$VPN\ costos = Presupuesto\ de\ Maquinaria\ + Presupuesto\ Equipos\ /\ Insumos + Presupuesto\ consumibles + Presupuesto\ Mano\ de\ Obra + Presupuesto\ Gastos\ Logisticos\ y\ Administrativos$$

Ecuación 5-2. Valor Presente Neto de Costos

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Asimismo, y para que el valor presente neto de costos no sea el único factor en la decisión final se crearon relaciones directas entre los mayores y menores valores de una serie de parámetros que si bien no son los únicos, el equipo consultor dispone como los más importantes en la decisión de escoger tan solo una técnica de remediación. Los ítems evaluados son calculados como se evidencia en la **Ecuación 5-3**.

$$Valor\ de\ referencia\ = \frac{Mayor\ valor\ numerico\ de\ la\ serie}{Menor\ valor\ numerico\ de\ la\ serie}$$

Ecuación 5-3. Relaciones Directas Entre Parámetros
Fuente: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

El resultado o valor de referencia permite observar una diferencia clara entre el mayor y menor resultado de las series evaluadas de las técnicas preseleccionadas, por consiguiente, entre mayor sea el valor numérico (A), es más viable de forma técnica, financiera, social, y logística de cada técnica. Para llegar al resultado, se evaluaron siete (7) series para cada una de las técnicas y se dispuso la sumatoria de los resultados para finalmente escoger la técnica con mayor ponderación final. (Ver **Ecuación 5-4**)

$$A = \sum_{n=0}^{7} (n * 1) + 1$$

Ecuación 5-4. Sumatoria Resultante de los Valores de Referencia Entre Parámetros
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Tabla 5-18** y **Tabla 5-19** se presenta la estimación de los presupuestos de remediación para los volúmenes descritos en la **Tabla 5-20** además el VPN de Costos para cada una de las alternativas seleccionadas para el Sitio S0104 (Botadero Km 2) asociada a contaminación de hidrocarburos en donde se homologaron los volúmenes contaminados y se realizó el ejercicio de calcular hipotéticamente las fases de ejecución de las técnicas para lograr comparar aspectos técnicos y financieros de forma objetiva.

- **Contaminación por Hidrocarburos totales de Petróleo**

Para Hidrocarburos la técnica de Electro biorremediación (Electrocinética + Bioestimulación) supone un mayor esfuerzo financiero en los rubros de administración y logística ya que tienen un mayor tiempo de ejecución, lo que supone mantener más tiempo el servicio de alquiler campamento + servicio catering todo costo (alimentación hospedaje, agua potable, tratamiento de agua etc.), al igual que un mayor costo en los consumibles e insumos ya que se requiere maquinaria pesada como las demás técnicas para airear mecánicamente el suelo y adicionalmente el combustible para el funcionamiento de las plantas eléctricas y mantener el fluido eléctrico hacia los electrodos.

Tabla 5-18. VPN para cada una de las Alternativas (Valores en Soles S/)[60] para Hidrocarburos

Alternativa	Equipos / Maquinaria	Insumos /otros	Consumibles	Mano de Obra	Gastos logísticos	VPN Costos
Contaminación por hidrocarburos totales de petróleo						
1. Bioestimulación Enzimática	S/235.292	S/233.234	S/ 99.092	S/573.675	S/ 471.292	S/1.612.585
2.Electrobiorremediación	S/889.136	S/495.180	S/ 121.020	S/959.768	S/1.463.437	S/3.928.540
3. Bioceldas/ Biopilas	S 321.632	S/171.952	S/ 75.458	S/546.022	S/ 518.585	S/1.633.649

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

[60] Para el tratamiento de 2.800 m^3 de suelo.

- **Contaminación por Metales Pesados**

Para metales Pesados, las técnicas de remediación electrocinética y lavado *ex situ* (*Washing),* suponen un mayor esfuerzo financiero en los rubros de *administración y logística* ya que tienen un mayor tiempo de ejecución, lo que significa, mantener más tiempo el servicio de alquiler, campamento base y de obra + servicio catering a todo costo (alimentación hospedaje, agua potable, tratamiento de agua etc.), y la movilización de material contaminado por vía terrestre y fluvial con la disposición en un relleno sanitario con celdas de seguridad, respectivamente.

Asimismo, la técnica de remediación electrocinética tiene un valor mayor en el rubro de consumibles ya que hace falta mantener un sistema eléctrico de alto consumo con plantas eléctricas portátiles que usan combustible para su autoconsumo y mantener en funcionamiento los electrodos.

Tabla 5-19. VPN para cada una de las Alternativas (Valores en Soles S/)[61] para Hidrocarburos

Alternativa	Equipos / Maquinaria	Insumos /otros	Consumibles	Mano de Obra	Gastos logísticos	VPN Costos
Contaminación por Metales pesados						
1. Remediación electrocinética	S/889.135,7	S/33.145,0	S/ 188.421,6	S/938.002,1	S/1.598.437	S/3.847.141,6
2. Lavado *ex situ* (*Washing*)	S/153.408,6	S/287.297,8	S/ 68.085,	S/899.677,7	S/ 755.101,9	S/2.163.570,5
3. Solidificación *ex situ*	S/145.774,1	S/52.475	S/ 46.227,4	S/138.837,8	S/ 222.000,	S/ 605.314,5

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.5.4.1.3. Paso 3: Análisis de efectividad

El proceso de análisis de efectividad de las alternativas consiste en la determinación del porcentaje de efectividad (Ver **Tabla 5-20 y Tabla 5-21**), en cuanto a la remoción de contaminantes en el suelo. Para tal efecto, se consideró un volumen de 2.800 m^3 que fue estandarizado para realizar la comparación con las demás técnicas según la capacidad instalada de las experiencias sobre lavado de suelos (Washing) (U.S Enviromental Proteccion Agency, 1993). Esta medida de referencia se utiliza para comparar los diferentes valores de efectividad de las alternativas, para hidrocarburos totales de petróleo.

Tabla 5-20. Porcentaje de Efectividad en Cuanto a la Remoción de Contaminantes para Hidrocarburos

Tipo de Contaminación	Alternativa	Volumen (m^3)	% de efectividad	Tiempo (Meses)
Hidrocarburos de Petróleo	Bioestimulación enzimática	2.800	85%[62]	1
	Electrobiorremediación	2.800	76%[63]	2,9
	Bioceldas/ Biopilas	2.800	85%[64]	1

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

[61] Para el tratamiento de 2.800 m^3 de suelo.
[62] Informe de los trabajos de biodegradación en el predio el archipiélago; Varichem de Colombia G.E.P.S, Ecopetrol S.A, experiencia real de remediación por hidrocarburos en Barrancabermeja Colombia 2010.
[63] Documento Doctoral Remediación electrocinética de suelos de baja permeabilidad contaminados con compuestos hidrófobos Vizcaíno López Rubèn L., Universidad de Castilla La Mancha, 2013.,
[64] tecnologías de remediación para suelos contaminados; Tania Volke Sepulveda y Juan Antonio Velasco Trejo ;México:, 2002, ; Instituto Nacional de Ecología

Tabla 5-21. Porcentaje de Efectividad en Cuanto a la Remoción de Contaminantes para Metales Pesados

Tipo de Contaminación	Alternativa	Volumen m³	% de efectividad	Tiempo (Meses)
Metales Pesados	Remediación Electrocinética	2.800	93%[65]	2,9
	Lavado *ex situ* (*Washing*)	2.800	90%[66]	1,5
	Solidificación *ex situ*	2.800	NA[67]	0,5

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.5.4.1.4. Paso 4: Evaluación de la alternativa más optima

Como se mencionó previamente, el ACE se basa en la estimación del CEM con el objetivo de establecer una regla de decisión cuantitativa basada en criterios técnicos, que presente el mejor escenario para la selección de la mejor alternativa de intervención de los sitios contaminados.

En ese sentido, la **Tabla 5-22** y **Tabla 5-23** presenta el costo del tratamiento de remediación por m^3 de suelo en base a las técnicas seleccionadas y lo referenciado por (López Rubén, 2013) y (Trejo, 2002) y considera únicamente las fases de ejecución de las actividades de remediación obviando las fases iniciales de *adquisición, logística*, y las fases finales de *retiro y adecuación final*, para realizar una comparación objetiva, técnica y financiera de las técnicas de remediación en evaluación.

Tabla 5-22. Costo Efectividad Medio (CEM) para Hidrocarburos

Tipo de Contaminación	Técnica	Volumen (m^3)	Costo X m^3	Tiempo (meses)	Efectividad	CEM
Hidrocarburos de Petróleo	Bioestimulación enzimática	2.800	S/ 576	1	85%	**640**
	Electrobiorremediación	2.800	S/ 1.403	2,9	76%	**1.846**
	Bioceldas/ Biopilas	1.600	S/ 583	1	85%	**686**

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Adicionalmente, se evaluaron relaciones entre las técnicas que tratan hidrocarburos tales como: *relación efectividad/precio, relación mayor precio, relación mayor precio logístico, relación cantidad de apoyos locales, relación efectividad, relación uso futuro del suelo* y *tiempo en meses;* que corresponden a valores que muestran la diferencia entre el mayor y el menor valor de las partidas evaluadas, siendo así, que para el caso del sitio contaminado por la presencia de hidrocarburos, la aplicación de la técnica de bioestimulación enzimática es la más viable, debido a que la sumatoria de los resultados de las partidas tiene un valor alrededor de 56,5; esta técnica sería más económica, rápida y con mayor contratación directa de personal de la comunidad nativa Nuevo Porvenir, respecto a las otras dos técnicas evaluadas.

A diferencia de Electrobiorremediación (Electrocinética + Bioestimulación), que tiene una capacidad técnica más demandante, el tiempo de ejecución es más largo y las eficiencias teóricas no son muy alentadoras frente a las demás técnicas. Estos resultados se resumen en la **Tabla 5-24,** y pueden ser consultadas en el **Anexo 6.11.10.**

[65] Documento Doctoral Remediación electrocinética de suelos de baja permeabilidad contaminados con compuestos hidrófobos Vizcaíno López Rubén L., Universidad de Castilla La Mancha, 2013.
[66] Office of Solid Waste and Emergency Response Technology Innovation Office EPA washing Winslow Township, New Jersey 1993.
[67] Inmovilización/solidificación de residuos tóxicos y peligrosos en matrices de cemento A. Mací AS, S. Goñi, A. Guerrero y E. Fernández Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (CSIC) Vol. 49, n°254, abril/mayo/junio 1999.

Tabla 5-23. Costo Efectividad Medio (CEM) para Metales Pesados

Tipo de Contaminación	Técnica	Volumen m^3	Costo x m^3	Tiempo (meses)	% Efectividad	CEM
Metales Pesados	Remediación Electrocinética	2.800	S/ 1.373,98	2,9	93%	**1.485**
	Lavado *ex situ* (*Washing*)	2.800	S/ 772,70	1,5	90%	**859**
	Solidificación *ex situ*	2.800	S/ 216,18	0,5	N. A	**N.A**

Nota: Debido a que la técnica de solidificación ex situ es una técnica de confinamiento, la cual se encarga de inmovilizar los metales, más no reduce su concentración. Por ende, no se tiene en cuenta o no aplica (N.A.) un porcentaje de efectividad o eficiencia.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Adicionalmente para metales pesados, en el CEM se evaluaron partidas como: *relación efectividad/precio, relación mayor precio, relación mayor precio logístico, relación cantidad de apoyos locales, relación efectividad, relación uso futuro del suelo* y *tiempo en meses;* valores que relacionan la diferencia entre el mayor y el menor valor de las partidas evaluadas, siendo así, para el caso de la contaminación por metales pesados, la técnica solidificación *ex situ* la más viable, debido a que frente a las técnicas de remediación electrocinética y lavado *ex situ* (Washing), es más económica y rápida. Además, la contratación de apoyos locales es mínima debido al tiempo de ejecución; este análisis se ve reflejado en la **Tabla 5-25** y pueden ser consultado en el **Anexo 6.11.10.**

Tabla 5-24. Resultado de la Metodología de Análisis de Partidas para Hidrocarburos

Contaminación Presente	Técnica/Alternativa	Sumatoria
Hidrocarburos Totales de Petróleo	1. Bioestimulación enzimática	56,5
	2. Electrobiorremediación	20,4
	3. Bioceldas/Biopilas	50,9

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Tabla 5-25. Resultado de la Metodología de Análisis de Partidas para Metales Pesados

Contaminación Presente	Técnica/Alternativa	Sumatoria
Metales Pesados	1. Remediación electrocinética	12,6
	2. Lavado de Suelo (Washing)	21,6
	3. Solidificación *ex situ*	22,3

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Respecto a la interpretación del CEM, cabe resaltar que la regla de decisión del valor del indicador no está sujeta a algún rango de valores, como suele ocurrir con otro tipo de indicadores tales como la Razón Beneficio Costo, cuyos criterios de aceptación se basan en valores del indicador superiores a 1; por el contrario, el único determinante valido para analizar el valor del CEM es la magnitud del mismo frente a otras alternativas de selección. En la **Figura 5-2** y **Figura 5-3.** Análisis del CEM se resume el análisis y los otros criterios de evaluación de forma gráfica.

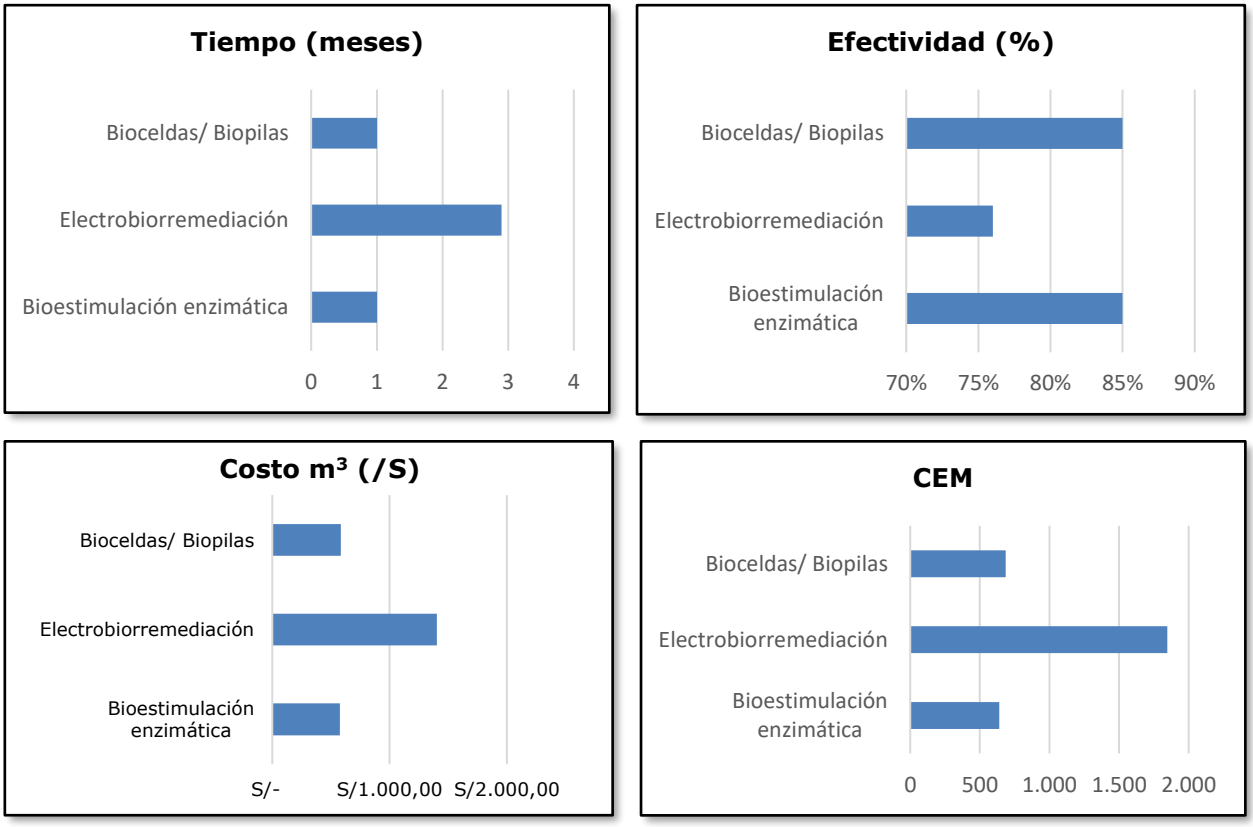


Figura 5-2. Análisis del CEM para Hidrocarburos
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En efecto, si se quisiera evaluar la efectividad en términos de la tasa de remoción por mes, la alternativa de *Bioestimulación Enzimática*, está en la capacidad de tratar suelo y sedimentos de una forma más económica frente a biopilas y con mayor efectividad, aunque el tiempo de ejecución es el mismo. Electro remediación es la técnica más costosa debido al alto gasto de combustible invertido en la operación de la planta Diésel para mantener el fluido eléctrico en los electrodos que realizan la movilización de los contaminantes.

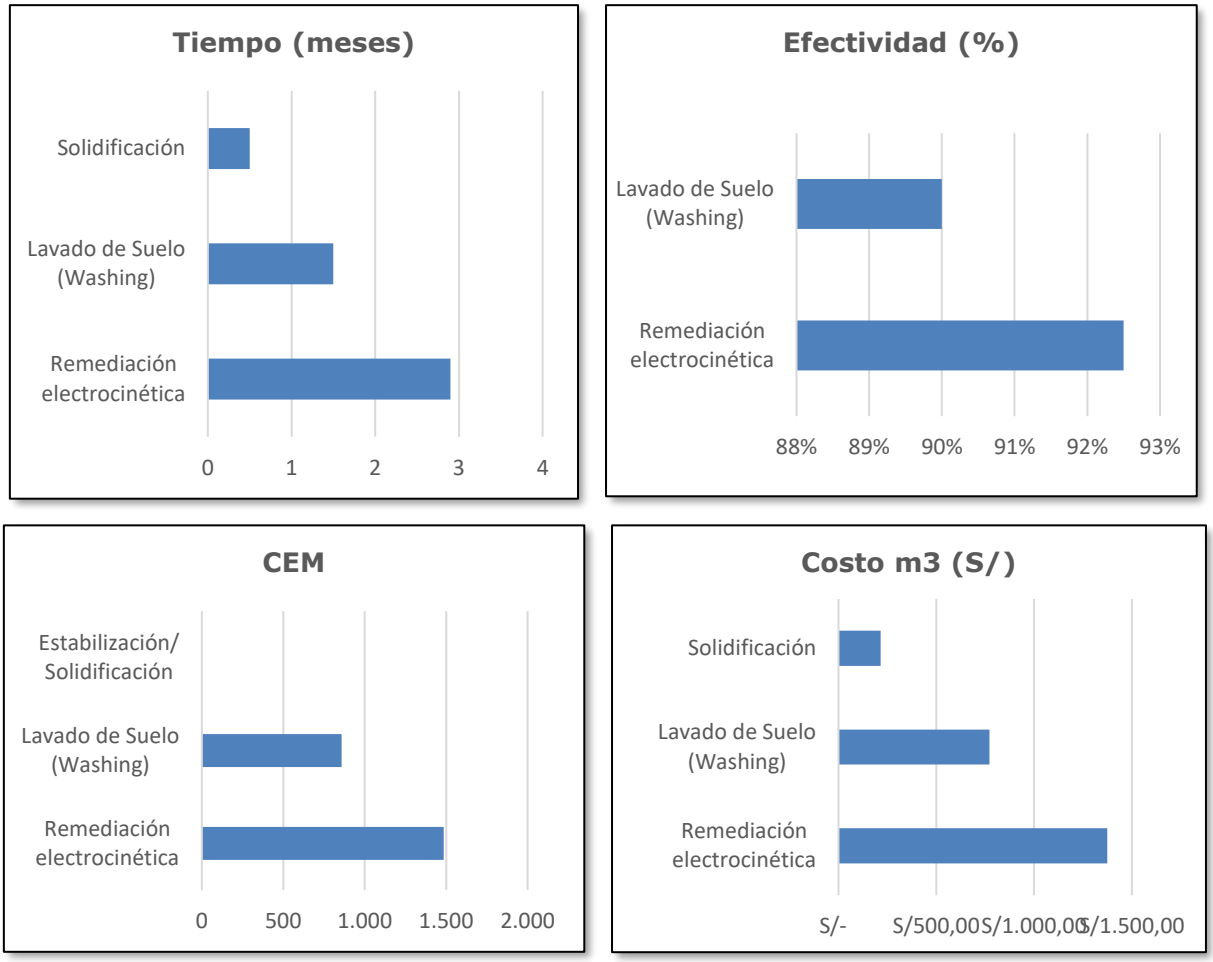


Figura 5-3. Análisis del CEM para metales Pesados
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

De otra parte, si se quisiera evaluar la efectividad en términos de la tasa de remediación por mes, la alternativa de *solidificación ex situ,* tiene la capacidad de tratar material contaminado con mayor efectividad además de ser la más económica frente a las otras dos técnicas. (Ver **Figura 5-3**).

5.5.4.2. *Conclusiones y Recomendaciones*

Los resultados del ACE sugieren que la alternativa de *solidificación ex situ* para las zonas con presencia de contaminación por metales pesados (Cadmio (Cd) y Plomo (Pb)) y la alternativa de Bioestimulación enzimática para la zona con presencia de fracción de hidrocarburos (F2 y F3), es la más viable desde el punto de vista costo efectividad, a su vez, que los análisis de componentes individuales en términos de efectividad y tiempo, siguen indicando que la misma es alternativa más viable. Por lo tanto, la presentación de los costos específicos asociados a la implementación de la misma en el sitio se presenta con mayor detalle en numeral **5.6.3.**

Finalmente, se recomienda complementar este tipo de ejercicios con un análisis costo beneficio, el cual permite verificar los resultados del ACE, debido a que permite estimar los potenciales beneficios socio-ambientales.

5.5.5. Propuesta Seleccionada de Acciones de Remediación

5.5.5.1. *Suelo*

En el análisis de las técnicas de remediación para el suelo para el Sitio S0104 (Botadero Km 2), las alternativas que presentaron mayor puntaje de acuerdo a los criterios evaluados en la matriz selección de tecnologías y a los contaminantes de preocupación (Ver numeral **5.5.2.1**) fueron *Solidificación ex situ* para las zonas que se encuentre presencia de metales pesados tales como Cadmio (Cd) y Plomo (Pb) y para las áreas que se encuentren presencia de Fracciones de hidrocarburo F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40), se aplicará la técnica de remediación de *Bioestimulación Enzimátic*a. No obstante, al analizar el sitio, se observó que existe un área con contaminación mixta de Hidrocarburos y Metales pesados, por lo cual se propone que primero se aplique la técnica de *Bioestimulación Enzimática* con el fin de tratar y/o degradar los compuestos orgánicos, y seguidamente, se realice un análisis al suelo tratado mediante el procedimiento de lixiviación característica de toxicidad (TCLP), con el objeto de determinar si existe lixiviación por la presencia de metales pesados para continuar con la aplicación del solidificante al suelo e inmovilizar los metales presentes en él. Cabe mencionar que, si el análisis por TCLP indica que no hay toxicidad por la presencia de metales pesados según la norma internacional tomada como referencia, no se recomienda implementar la técnica de solidificación.

A continuación, se desarrollan las propuestas anteriormente mencionadas por tipo de contaminación.

5.5.5.1.1. Contaminación por Hidrocarburos Totales de Petróleo

- **Bioestimulación Enzimática**

Esta técnica está basada en la aplicación de enzimas que aceleran las reacciones químicas de transformación y biodegradación de los hidrocarburos y en la generación de condiciones propicias de pH, humedad, temperatura y nutrientes para incrementar en forma exponencial poblaciones de microorganismos nativos que tienen la propiedad de degradar los hidrocarburos.

La fase de adaptación se basa en la mejora de las condiciones ideales de pH, potencial REDOX, humedad, temperatura y concentración de nutrientes tales como Nitrógeno y Fósforo para desarrollar el proceso de remediación con los microorganismos nativos de la zona, en esta fase no se presenta la división celular. En la fase preliminar del proceso, se debe realizar una caracterización microbiológica. El muestreo inicial se describe en el numeral **5.9.**

En la fase de crecimiento bacteriano, se presenta la fisión binaria de las bacterias, en consecuencia del hecho que cada célula se divide dando origen a dos células, por lo tanto, se presenta un crecimiento exponencial del número de bacterias disponibles en el suelo; posteriormente, con el decrecimiento de la disponibilidad de las fuentes de energía, por acumulación de productos tóxicos o por la combinación de estos factores se da inicio a la fase estacionaria, en esta etapa, el número de colonias bacterianas que mueren es equivalente al grado de bacterias que crecen y se desarrollan; consecutivamente, en la medida que la disponibilidad de las fuentes de energía se reduce, decrece el número de células viables, a esta fase se le conoce como fase de muerte.

En base al esquema de la **Figura 5-4**, a continuación, se listan las acciones de remediación que se deben llevar a cabo durante el proceso de *Bioestimulación enzimática*. (En el numeral **5.6.2**, se describen las acciones que se recomiendan desarrollar antes y después del tratamiento de los componentes ambientales afectados).

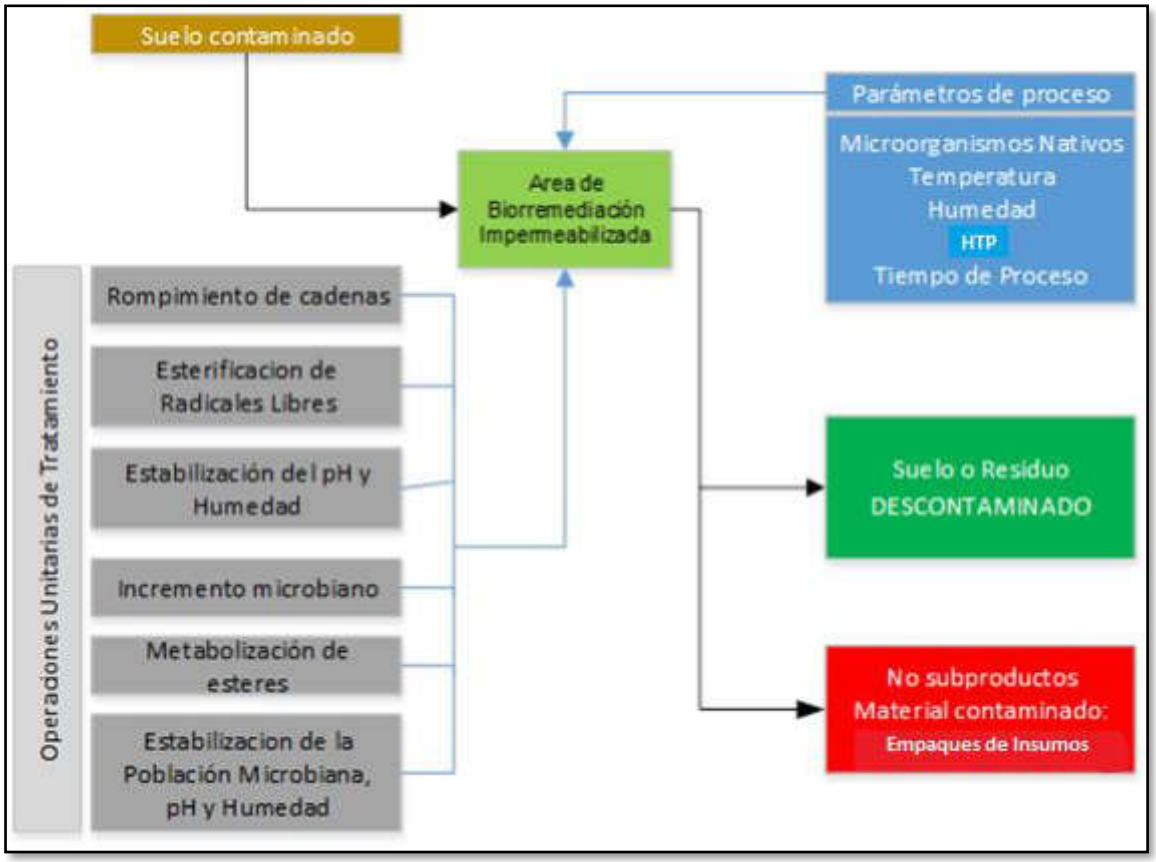


Figura 5-4. Diagrama de Flujo de Bioestimulación Enzimática
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- **Acondicionamiento Previo**

- Construcción de la Zona de Tratamiento:

La construcción de la zona de tratamiento contempla lo siguiente:

- Construcción de una (1) zona de tratamiento para suelo donde se desarrollará el proceso de Bioestimulación enzimática, dependiendo de la estabilidad del suelo y el área disponible, estas celdas tendrán una dimensión de A: 80 m x L: 40 m x H: 0,5 m; las celdas estarán delimitadas perimetralmente por diques construidos con material de suelo nativo no impregnado con hidrocarburos, estos diques tienen la finalidad de controlar el flujo de aguas lluvia y contener la dispersión de hidrocarburos hacia sectores externos a las celdas de remediación, estos tendrán una altura de 0,5 m. Construcción de canales de drenaje perimetrales por cada biocelda para el manejo de las aguas lluvia durante época húmeda.
- Construcción de canales de drenaje perimetrales por cada biocelda para el manejo de las aguas lluvia durante época húmeda.
- En caso que la mezcla y homogenización del material se realice con un tractor, la profundidad de los sustratos de suelo no deberá ser superior a 0,50 m, para garantizar una adecuada homogenización y mezcla del material contaminado.
- Techado de la zona de tratamiento (que tiene un área aproximada de 3200 m^2), con la instalación de carpas plegables móviles (contemplado en el análisis de costos) para evitar el arrastre de los contaminantes por escorrentía hacía áreas de suelo no afectado y asegurar el procedimiento de oxigenación del suelo.

- Impermeabilización de las celdas de biorremediación: se utilizará geomembrana HDPE, para evitar que las fracciones de hidrocarburos migren o lixivien hacia los sustratos inferiores de suelo.
- Remoción, Transporte y Descarga del Suelo Contaminado a la Zona de Tratamiento:
- Remoción y transporte del material contaminado a la zona de tratamiento.
- Descarga del material contaminado a la biocelda. Se sugiere utilizar una retroexcavadora. Dicha actividad no va a deteriorar el material de la geomembrana ya que la profundidad de la biocelda es de 0,5m.
- Homogenización del suelo contaminado a través de un tractor o retroexcavadora.

- **Proceso de Remediación por Bioestimulación Enzimática**

Los procesos de biorremediación están fundamentados en una serie de reacciones en cadena de oxido-reducción que transforman a los hidrocarburos en biomasa, CO_2 y H_2O. La actividad metabólica de la célula degrada y consume como fuente de energía a los diferentes compuestos orgánicos que entran en la composición del petróleo. Los hidrocarburos actúan como dadores de electrones y el oxígeno actúa como receptor de electrones en los procesos aerobios, para que se den las reacciones de oxido-reducción es necesaria la presencia del oxígeno.

La humedad es uno de los parámetros que se debe controlar y regular durante el proceso de bioestimulación enzimática. Las poblaciones bacterianas para su crecimiento y desarrollo requieren del agua debido a que ésta forma parte del protoplasma bacteriano y sirve como medio de transporte de los nutrientes y contaminantes, así como también favorece la migración bacteriana a través del suelo. Un ambiente sobresaturado en humedad afecta los procesos de biorremediación debido a que el agua es absorbida a través de los poros de los sustratos de suelo desplazando de esta manera a las moléculas de oxígeno, elemento que es fundamental en el desarrollo de los procesos aeróbicos. Se han establecido un rango de humedad ideal entre 15 y 60% (Dibble et al., 1979), para procesos aeróbicos para la degradación de fracciones de hidrocarburos. Cabe señalar que este límite depende en gran medida de la granulometría del suelo, de la técnica de remediación, del tipo de compuestos orgánicos a degradar y del tipo de las poblaciones microbianas del lugar.

Los suelos arcillosos, propios de la Amazonía del Perú, por sus propiedades plásticas y de granulometría retienen en mayor porcentaje la humedad que los suelos arenosos, por lo tanto, a través de pruebas pilotos, se establecerá el porcentaje de humedad optimo en el suelo para que el proceso se lleve a cabo de manera eficiente considerando la saturación del suelo arcilloso de la zona y el nivel de precipitación que también influye.

Los insumos necesarios para desarrollar el proceso de Bioestimulación enzimática son los siguientes y no deben mezclarse para su aplicación

1. Modificador de Arcilla

En su composición tiene dos compuestos, un componente inorgánico como el Nitrato de calcio que permite un mayor intercambio catiónico para la descomposición de la arcilla y un tenso activo, que propicia la penetración en la arcilla del Calcio y de las bacterias empleadas en el proceso de remediación, el cual es un surfactante que le da a las arcillas una textura arenosa mejorando las propiedades físicas de los suelos a usarse como dilución.

2. Desengrasante Biodegradable

Es un producto constituido por solventes orgánicos derivados de materiales cítricos no obtenidos a partir de derivados del petróleo. Sus componentes básicos son los d –limonatos y terpenos obtenidos a partir de frutos cítricos.

El agua, el suelo, la arena, las superficies difíciles, u otros materiales contaminados por sustancias residuales, tales como hidrocarburos y derivados del petróleo son convertidos en compuestos no

tóxicos mediante procesos de hidrólisis y saponificación, adquiriendo la condición de un estrato de solución de agua de aspecto jabonoso.

Este producto descoordina los enlaces saturados de las cadenas de hidrocarburo presentes en la reacción. La reacción química básica se sintetiza en la **Ecuación 5-5**.

$$RH + O2 \rightarrow R\bullet + H2O$$
$$2\,RH + O2 \rightarrow 2\,R\bullet + H2O2$$

Ecuación 5-5. Reacción principal del Desengrasante Biodegradable
Fuente: Varichem de Colombia G.E.P.S.

Esta reacción se lleva a cabo en varias etapas como lo son: Iniciación, desarrollo, ramificación, ruptura, formación y descomposición del hidroperóxido. Adicionalmente se forman productos de oxidación, al adicionarse el grupo carbonilo. (Ver **Ecuación 5-6**).

$$R\cdot + O_2 \rightarrow R\,O_2\cdot$$
$$R\,O_2\cdot + RH \rightarrow ROOH + R\cdot$$

Ecuación 5-6. Formación del Hidroperóxidos y Alcoholes y Adición el Radical Peróxido al Grupo Carbonilo
Fuente: Varichem de Colombia G.E.P.S.

Los radicales RO_2 a medida que se acumulan a los productos, reaccionan con los productos de transformación más reactivos como los hidroperóxidos, alcoholes y cetonas, dando lugar a estructuras similares de mayor complejidad. El radical peróxido es capaz de adicionarse por el grupo carbonilo.

3. Emulsificante

Las moléculas anfifílicas del emulsificante, en cuya composición entran grupos hidrofílicos e hidrofóbicos, disminuyen la tensión interfacial, facilitando que las bacterias tengan contacto con los hidrocarburos y se acelere el proceso de descomposición.

4. Aditivo Enzimático

Es un extracto de tres (3) plantas de origen natural, este extracto contiene enzimas que aceleran el proceso de degradación del hidrocarburo para permitir que el microorganismo lo digiera. Adicionalmente, el extracto contiene nutrientes naturales originarios de las plantas, que causan una explosión demográfica de los microorganismos que se encargan de descomponer el hidrocarburo cuando éste es el contaminante principal generando como subproductos dióxido de carbono (CO_2) y agua (H_2O).

El crecimiento exponencial de las bacterias se garantiza con la aplicación del aditivo sobre el suelo en un periodo de 5 a 7 días y con la oxigenación del mismo. Este proceso se debe repetir de 3 a 4 veces. Las bacterias tienen un ciclo de vida de 48 horas en promedio, cuando estas mueren, las nuevas bacterias utilizan las fuentes de carbono y los nutrientes para construir sus paredes celulares y continuar con el proceso de crecimiento exponencial y así llevar a cabo la degradación del contaminante.

Se determina que un suelo con buenas condiciones podría tener aproximadamente 7.000 colonias; si este suelo presenta una concentración de 20.000 ppm de HTP o más y sobre éste se aplica el aditivo enzimático, el recuento en placa podría aumentar hasta 6 mil millones de colonias.

En la **Tabla 5-26**, se presentan las condiciones ideales para el crecimiento bacteriano y para la degradación de hidrocarburos.

Tabla 5-26. Parámetros Fisicoquímicos Ideales para Bioestimulación Enzimática

Parámetro	Unidad	Valor
pH	Unidades de pH	6-8
Temperatura	°C	15-30
Humedad	Porcentaje	15-60[1]
Número de Bacterias	UFC/gr	10 x 10^7
Oxígeno	%	>20%

[1]Los valores presentados son valores ideales para la implementación de la técnica los cuales se han encontrado en fuentes bibliográficas, sin embargo, es importante considerar que se deben tener en cuenta los resultados que se generen a partir de los ensayos piloto que se deberán desarrollar en campo.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5. Regulador de pH

El regulador del pH por lo general corresponde a un oxidante en polvo constituido principalmente por percarbonato de sodio ($Na_2H_3CO_6$) y su función principal es aumentar el pH del suelo ya que por lo general los procesos de biorremediación generan que el pH del suelo baje por la aparición de sulfatos (SO_3 y SO_4). El uso de este insumo permite garantizar las condiciones necesarias de pH para el crecimiento de los microorganismos nativos en el suelo. Adicionalmente los otros insumos requeridos para el proceso de remediación también pueden modificar el pH del suelo haciendo necesario el uso de este insumo, por lo cual se debe medir después los valores de pH correspondientes una vez se terminada la aplicación de los mismos. Existe otro factor que también puede intervenir en la alteración del pH del suelo y es la presencia de H_2S o sulfatos en el crudo. Cualquiera que sea el factor que altere el pH del suelo debe controlarse con el monitoreo del parámetro y el uso del regulador.

- **Oxigenación Mecánica del Suelo Contaminado**

Este proceso se desarrolla para garantizar el oxígeno disponible en el medio, permitiendo así el crecimiento de las bacterias aeróbicas.

El procedimiento de biorremediación se debe repetir hasta verificar la reducción en las concentraciones de los contaminantes orgánicos con la ejecución del plan de muestreo de monitoreo, el cual se ejecutará en varios puntos de muestreo.

5.5.5.1.2. Contaminación Mixta (Hidrocarburos Totales de Petróleo + Metales Pesados)

Debido a que las técnicas para la reducción de la concentración de las fracciones de hidrocarburos, se diferencian en la metodología y principios para reducir la concentración de metales pesados, en sitios mixtos en donde se conjuga la presencia de compuestos orgánicos y metales pesados, como es el caso del Sitio S0104 (Botadero Km 2), se reducirá inicialmente la concentración de las fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3(>C28-C40) y posteriormente se desarrollará un proceso para solidificar los sustratos de suelo en donde los resultados analíticos indiquen la presencia de metales como Cadmio (Cd) y Plomo (Pb) en concentraciones que según los cálculos del ERSA requieran de una intervención.

La técnica de Bioestimulación enzimática se dará por concluida cuando, el UCL95 para las fracciones de hidrocarburos F2 y F3 de las muestras de suelo tomadas en la fase de monitoreo y post monitoreo, sea igual o menor a 1200 y 3000 mg/kg, respectivamente.

Después de terminar el tratamiento por medio de la técnica de Bioestimulación enzimática en la zona que presenta contaminación mixta, se debe analizar el suelo mediante el procedimiento de lixiviación característica de toxicidad (TCLP) para continuar con la aplicación del solidificante al suelo e inmovilizar los metales presentes en el suelo.

Cabe mencionar que si el análisis por TCLP indica que no hay toxicidad por la presencia de metales pesados según la norma internacional tomada como referencia, no se recomienda implementar la técnica de solidificación. (Ver **Figura 5-5**).

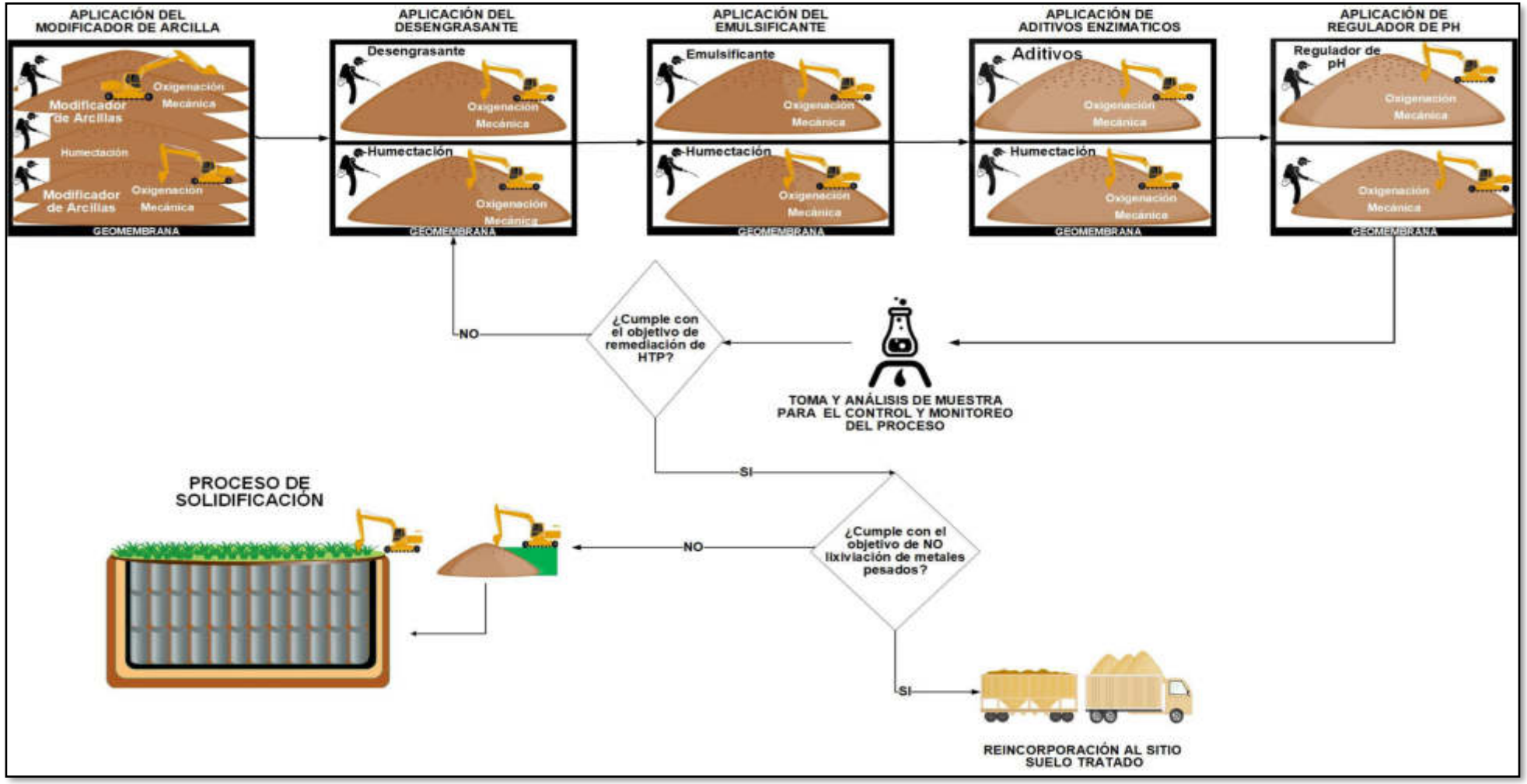


Figura 5-5. Proceso de Bioestimulación Enzimática y Solidificación *ex situ – on site*
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

000428

5.5.5.1.3. Contaminación por Metales Pesados

- **Solidificación Ex situ - On site**

El proceso de solidificación consiste en la preparación de una pasta de cemento a la cual se le adicionan agregados y el suelo contaminado con el objeto de obtener un concreto con unas propiedades físicas como la resistencia a la compresión, permeabilidad, resistencia al intemperismo, que reducen la movilidad de los contaminantes, controlando procesos de lixiviación y dispersión al medio ambiente.

Según el análisis de las técnicas de remediación para el suelo del Sitio S0104 (Botadero Km 2), la alternativa que presento mayor puntaje de acuerdo con los criterios evaluados en la matriz de selección de tecnologías fue *solidificación ex situ.* (Ver numeral **5.5.2.1**).

En la **Figura 5-6**, se muestra el procedimiento de la técnica que se debe seguir para el tratamiento del suelo contaminado por metales pesados (Cadmio (Cd) y Plomo (Pb)). Este procedimiento consta de las siguientes operaciones:

- **Excavación:** En esta etapa se realiza el retiro del suelo contaminado. Esta actividad se debe desarrollar mecánicamente con excavadora o retroexcavadora y con el apoyo de operaciones manuales.

- **Selección:** Consiste en el retiro o eliminación de la fracción de gran tamaño del material contaminado que será tratado (la fracción de gran tamaño puede consistir en concreto, troncos de árboles, ramas o raíces); el material contaminado debe ser trasladado a la zona de acopio para su separación. De la zona de acopio, el material contaminado debe ser trasladado a la zona de tratamiento, para su homogenización y estabilización con la aplicación de cal.

- **Separación y Trituración:** Esta etapa consiste en la separación del material fino y de los terrones del suelo mediante tamizado vibratorio (cribado). El material rechazado en el tamizado, se reduce de tamaño mediante trituración para su envío a la etapa de mezclado y el material fino se envía directamente hacia el mezclador (camión mezclador).

- **Impermeabilización del área de disposición del material solidificado:** Los taludes y la base inferior del área en donde se realizará el confinamiento del material solidificado, se impermeabilizará con una geomembrana HDPE, la impermeabilización se realizará con el fin de prevenir que el concreto sea afectado por la humedad y los compuestos naturales presentes en el suelo como por ejemplo los sulfatados. Los taludes al igual que el suelo sobre el cual se colocará la geomembrana deberán estar constituidos por material arcilloso compacto a manera de protección complementaria ante la probabilidad que por factores externos y no previstos se presente la movilización de los metales pesados.

- **Mezclado:** En esta etapa el material contaminado proveniente de la etapa de separación y trituración se dosifica y mezcla con agua, con el cemento portland. Esta mezcla se realiza en un camión mezclador o concretero. Según Ibáñez et al. (1997), Para el proceso de solidificación se utiliza cemento Portland tipo 5, entre el 10% y el 20% del total del suelo a tratar. Para determinar las propiedades y la calidad del concreto, se realizarán ensayos de laboratorio para establecer la resistencia a la compresión, durabilidad, permeabilidad, pruebas de compactación-humedad y densidad.

- **Fabricación de bloques con el material estabilizado:** Con el material de mezcla se fabricarán bloques en concreto, los cuales se colocarán de una manera sistemática y secuencial sobre la base del área impermeabilizada.

- **Recubrimiento de la base superior:** Después de depositar los bloques de concreto en el foso estabilizado con arcillas compactas e impermeabilizado con geomembrana HDPE, el foso se

recubrirá con geomembrana HDPE, sobre ésta se colocará una capa de arcillas compactas para evitar la filtración de agua que con el paso del tiempo podrá afectar la integridad de la estructura del concreto en la cual se encapsularon los metales pesados.

En la parte superficial del recubrimiento se coloca una capa orgánica (*top soil*) que servirá de sustrato para la revegetación del sitio. La reforestación será desarrollada siguiendo el procedimiento de revegetación y para evitar procesos erosivos se deberán considerar procedimientos de control de erosión.

Por otro lado, es importante tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Propiedades del Concreto Estabilizante

o Composición del Concreto:

La pasta está compuesta por cemento, agua y aire, estos elementos constituyen el 25%-40% del volumen total del concreto.

Los agregados están constituidos por arenas o agregados finos que tienen un diámetro de hasta 1 centímetro y por agregados gruesos (grava natural o triturada), son partículas duras, compactas y resistentes. Los agregados constituyen entre el 60% y el 75% del volumen del concreto. Debido a que la formación geológica de la cuenca del río Pastaza, se caracteriza por la presencia predominante de suelos arcilloso-limosos con un bajo contenido de balastos y gravas; para suplir la carencia de agregados gruesos, se plantea mezclar la arcilla con cal para formar agregados con una textura que permita incrementar la resistencia a la compresión del concreto. Es importante realizar ensayos pilotos para determinar la dosificación y los efectos directos en la resistividad del concreto.

o Calidad del Agua:

El agua que se utilice para la preparación del cemento deberá contener una concentración de sólidos suspendidos menor a 2000 mg/kg debido a que una concentración excesiva de impurezas incide negativamente en la resistencia del concreto, en el tiempo de fraguado y en la durabilidad del concreto.

La relación cemento-agua, incide directamente en la calidad del concreto; la reducción en el contenido de agua permite obtener concretos más resistentes a la compresión y flexión, menor permeabilidad, y mayor resistencia al intemperismo, permitiendo reducir la probabilidad de agrietamientos por contracción; la selección de las proporciones de la mezcla se debe determinar a través de ensayos de laboratorio.

o Fraguado del Concreto:

En esta actividad los compuestos solubles del cemento se disuelven en la pasta, este proceso es exotérmico y como resultado de las reacciones químicas de hidrólisis, la pasta pierde plasticidad y adquiere rigidez hasta transformarse en un compuesto sólido.

En el proceso de fraguado inciden los siguientes factores:

a) Calidad del cemento.
b) Temperatura: a mayor temperatura menor tiempo de fraguado.
c) Cantidad de agua: a menor volumen de agua el tiempo de fraguado será más rápido. Sustancias y compuestos orgánicos desaceleran el proceso de fraguado.

- Curado del Concreto:

Después de vaciar la mezcla de concreto, se deberá controlar el porcentaje de humedad y la temperatura del concreto para que el curado sea el apropiado y se alcance la resistencia y durabilidad deseada. Se propone utilizar un cemento seco que pierde hasta un 50% de su resistencia potencial, por lo tanto, es importante garantizar la humedad apropiada durante el curado del concreto.

Un adecuado curado del concreto mejorará la dureza superficial e incrementará el grado de impermeabilidad de los bloques en los cuales se encuentran inmovilizados los metales pesados. La humedad durante el curado del concreto garantizará que las propiedades físicas del concreto como dureza, permeabilidad y resistencia sean las apropiadas, evitando que el concreto se cuartee, resquebraje o fracture. Es necesario mantener una temperatura constante en la superficie de los bloques de concreto para evitar el agrietamiento de las estructuras por choque térmico.

- Estabilidad Química:

La estabilidad del concreto puede alterarse por la acción de diferentes factores medio ambientales, las aguas ácidas disuelven los constituyentes del cemento transformándolos en sales solubles que se eliminan por arrastre y lavado; los ácidos orgánicos e inorgánicos modifican las propiedades del concreto.

- Acción de los Sulfatos:

La acción de sulfatos de sodio, amonio, calcio y magnesio presentes en el suelo o en el agua, pueden causar daños severos a las estructuras de concreto. Los iones de sulfato reaccionan con el aluminato tricálcico ($Al_2O_3.3CaO$), los productos generados por esta reacción tienen un mayor volumen que los reactivos, factor que genera tensión, expansión y agrietamiento del concreto, alterándose de esta manera las propiedades de permeabilidad y durabilidad del concreto.

Para minimizar el riesgo de movilización de los contaminantes de preocupación hacia el medio ambiente, el cemento que se sugiere utilizar para la solidificación de los metales pesados será cemento Portland tipo 5, debido a que es un cemento con un bajo contenido de aluminato tricálcico (<5%), lo que les confiere a los concretos una mayor estabilidad a las reacciones con los sulfatos. Cabe mencionar que este tipo de cemento no es resistente a la acción de ácidos y elementos corrosivos.

- Ensayos pilotos de laboratorio

En laboratorio se podrán realizar las siguientes pruebas y ensayos para determinar las propiedades que debe tener la mezcla suelo-cemento y del concreto, para garantizar estándares de calidad para la solidificación de los metales pesados.

- Prueba de densidad: La densidad se define como: $\rho = m/V$
- Conociendo el peso y la densidad del material a solidificar se puede calcular su volumen, adicionalmente permite comparar la densidad del material no estabilizado con la densidad del material estabilizado, este valor junto con la gravedad específica y la humedad permiten calcular la porosidad del material.
- La densidad del monolito estabilizado se calcula midiendo y pesando el material estabilizado.
- Prueba de compactación-humedad / densidad de las mezclas suelo-cemento: Esta prueba se realiza cuando el material no ha sido estabilizado y permite establecer el grado de humedad del material que permite alcanzar la máxima compactación.
- Prueba de permeabilidad: Esta prueba permite determinar la cantidad y el flujo de agua que pasa a través de un material bajo condiciones de saturación. Se recomienda que los desechos estabilizados destinados a ser enterrados, tengan una permeabilidad de 10^{-5} cm/s.
- Este parámetro al igual que las pruebas de lixiviación permite cuantificar la probabilidad que un contaminante de preocupación sea liberado al medio ambiente. Cabe señalar que la prueba de

permeabilidad no es totalmente determinante en la caracterización del grado de seguridad que ofrece un material estabilizado, se pueden tener grados de permeabilidad mayores a 10^{-5} cm/s, siempre y cuando los contaminantes de preocupación no lixivien.

- Pruebas de resistencia a la compresión: Estas pruebas se realizan para determinar la capacidad del concreto de sufrir estrés mecánico y resistir sobrecargas, los ensayos se realizan para asegurarse que la mezcla del material estabilizado cumpla con los requerimientos de la resistencia especificada.
- Un resultado de resistencia a la compresión es el promedio del resultado de al menos dos muestras elaboradas con el mismo tipo de concreto y sometidas a ensayo a la misma edad. Los tiempos para el curado del cemento son 1, 7, 14 y 28 días.
- Según la EPA los materiales solidificados a 50 psi (0,344 MPa).
- El ensayo a la resistencia a la compresión se realizará según la Norma NTC 550 y 673
- Según la NSR/98, las muestras para las pruebas de resistencia deben estar conformadas por al menos una pareja de cilindros tomados no menos de una vez por día, ni menos de una vez por cada 40 m^3, en caso de la cantidad de concreto es tal que son necesarios menos de 5 ensayos de resistencia para una misma clase de concreto, las muestras deberán seleccionarse de al menos cinco mezclas seleccionadas al azar.
- Fuerza de flexión: La resistencia a la flexión de un concreto es inferior al valor de la resistencia a la compresión, este valor indica la resistencia a la ruptura de un material solidificado cuando sobre él se aplica una fuerza en sentido axial. Este parámetro permite establecer el límite de sobrecarga de materiales sobre el concreto si que sufra ruptura.
- Las pruebas se realizarán según la Norma NTC 1377 o ASTM C31 y ASTM C78.
- Pruebas de durabilidad (opcional): Se define la durabilidad del concreto de cemento Portland como la habilidad para resistir la acción del intemperismo, el ataque químico, abrasión, y cualquier otro proceso o condición de servicio de las estructuras, que produzcan deterioro del concreto. La durabilidad no depende exclusivamente de la dosificación empleada para la preparación del concreto, sino que también depende de factores ambientales y de las condiciones de trabajo a la cual se someta la mezcla estabilizada-solidificada.
- La durabilidad del concreto no está relacionada única y exclusivamente con la resistencia a la compresión, existen adicionalmente otros factores relacionados con la durabilidad.
- Los factores que afectan la durabilidad del cemento son los siguientes: Ambientes químicamente agresivos, la abrasión, corrosión de metales en el concreto, reacciones químicas en los agregados.
- Si los resultados de los ensayos muestran poca pérdida de peso y la integridad física se mantiene, entonces se puede afirmar que la cantidad de agente solidificante fue la adecuada, en caso que la pérdida de peso sea considerable es necesario considerar el tipo o la cantidad del agente solidificante.
- Límites de Atterberg (opcional): Son ensayos de laboratorio que se utilizan para caracterizar el comportamiento de suelos y permiten determinar los límites del rango de humedad dentro del cual el suelo se mantiene en estado plástico.
- Para calculas los límites de Atterberg se trabaja con todo el material menor que la malla #40 (0,42 mm), por lo tanto, se trabaja no solo con la parte fina del suelo (< malla #200) sino también con la fracción de arenas finas. (*Lambe, T.W. Soil Testing for Engineers Wiley*).
- Los resultados de las pruebas permitirán caracterizar al material en función del contenido de agua, el límite líquido y plástico son relacionada con otras propiedades del suelo para establecer la compresibilidad, permeabilidad, compactibilidad, contracción e hinchazón.
- Los límites líquidos para mezclas de solidificantes-estabilizantes generalmente están en un rango de 40-55% de contenido de agua. Los límites plásticos para este tipo de mezclas están en el rango 20-50% de contenido de agua. Los resultados de estos límites darán una idea sobre la cantidad de solidificante-estabilizante a mezclar con el suelo contaminado.
- pH: Debido a que cada contaminante de preocupación, según su concentración, estado de oxidación, grado de especiación pueden acomplejarse, generar lixiviados, solubilizarse o precipitase, es recomendable determinar el comportamiento químico del material estabilizado-solidificado. Un pH ácido favorece la solubilidad y lixiviación de los metales pesados.
- Potencial de Oxido-Reducción: Permite determinar si un medio es Oxidante o Reductor, los agentes reductores tienen un potencial alto de transferencia de electrones. El potencial de

Oxido-Reducción indica la posibilidad de lixiviar de un metal y permite determinar el estado de oxidación de los metales y consecuentemente su grado de toxicidad ya que la toxicidad de los elementos químicos está relacionada con su grado de especiación.

- Pruebas de lixiviación: El grado de lixiviación de los metales pesados depende entre otros factores de su estado de oxidación y de las propiedades hidrológicas y geoquímicas del medio en donde se realizará su disposición por lo tanto para conocer cómo se comportará el material estabilizado-solidificado bajo condiciones ideales y críticas es necesario realizar pruebas de lixiviación.

- Caracterización del Suelo a Solidificar

Los ensayos de laboratorio permiten determinar las características físicas de los materiales que serán empleados para la preparación del concreto; propiedades como la granulometría del suelo que será estabilizado-solidificado y el pH, deberán ser analizadas para establecer las proporciones de mezcla.

- Sustancias Químicas Orgánicas

Las sustancias químicas de origen orgánico como aceites y grasas, fenoles, quelantes, solventes, ácidos orgánicos, etc., debido a que sus propiedades hidrofílicas interfieren en el fraguado del concreto y reducen la resistencia a la compresión del concreto. Las sustancias hidrofílicas evitan que el gel formado durante la cementación adquiera la consistencia necesaria que le confiere al concreto sus características de resistencia a la compresión, estas sustancias orgánicas se identificaron

Cabe resaltar que un elevado contenido de arcillas incide negativamente en la formación de agregados estables del concreto. Las arcillas pueden absorber reactantes claves en el proceso de cementación provocando que este proceso no se realice totalmente.

Las sustancias de origen orgánico como grasas, aceites, lubricantes, serán tratadas a través de técnicas que permitan reducir la concentración de las fracciones de hidrocarburos F1 (C6-C10), F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40).

- Contaminación con Presencia de Hidrocarburos Totales de Petróleo y Metales Pesados

En caso que en la composición del suelo en forma mixta existan componentes orgánicos e inorgánicos en concentraciones que superen los estándares de calidad ambiental para suelos de uso agrícola, se reducirá primeramente la concentración de HTP y luego se procederá a estabilizar-solidificar la fracción que contenga metales pesados.

Si la concentración de HTP no es elevada y junto con los compuestos orgánicos hay metales pesados en el suelo, es factible tratar directamente este tipo material mixto a través de la técnica de solidificación *(Ex situ)*, de la siguiente manera: con el suelo impregnado con hidrocarburos se preparará un concreto pobre de baja resistencia a la compresión y de alta permeabilidad, para recubrir el concreto pobre se preparará un concreto funcional de alta resistencia a la compresión baja permeabilidad. Preparación del terreno donde se va a realizar el trabajo. Realización del reconocimiento del terreno y verificación de las características de drenaje, delimitación y señalización, así como las necesidades de impermeabilización, limpieza y desmonte.

- Granulometría del Suelo:

La **Tabla 5-27,** indica la descripción de granulometría que presenta el suelo de los sitios impactados. Estos resultados indican según criterio global del componente que el suelo está compuesto principalmente por arcillas en un porcentaje que oscila en 67,51% y, en menor porcentaje limos y arenas. Las gravas se encuentran en porcentajes menos representativos.

Por lo tanto, el suelo de los sitios impactados se clasifica como suelo de textura arcillo limosa; los materiales muy finos o muy gruesos generan dificultades en los procesos de solidificación lo que da

como resultado una matriz resistente, de baja permeabilidad y bajas propiedades de lixiviación debido a la presencia de materiales de diferente granulometría.

Tabla 5-27. Resultados de Granulometría del Sitio S0104 (Botadero Km 2)

Estación de Muestreo		S0104-S009-0,40	S0104-S009-2,00	S0104-S009-2,80	S0104-S012-0,00	S0104-S012-1,00
Época de Muestreo		Húmeda			Seca	
Fecha de Muestreo		15/05/2018			12/09/2018	
Profundidad (m)	Inicial	0	1,8	2,6	0	1
	Final	0,4	2	2,8	0,4	1,25
Coordenadas	Este	338907			339021	
	Norte	9693202			9693080	
Descripción (g/100)						
Grava (<64 mm - >4 mm)		0	0	0	6,26	0
Grava muy fina (<4 mm - >2 mm)		0	0	0	1,34	0
Arena muy gruesa (<2 mm - >1 mm)		0	0	0	0,7	0,09
Arena gruesa (<1 mm - >0,5 mm)		0,94	0	0.05	1,46	1,2
Arena media (<0,5 mm - >0,25 mm)		0,64	6,64	14,56	3,62	6,94
Arena fina (<0,25 mm - >0,125 mm)		5,69	11,3	30,03	2,6	16,29
Arena muy fina (<0,125 mm - >0,0625 mm)		10,1	17,43	10,73	4,63	7,77
Limo grueso (<0,0625 mm - >0,031 mm)		7,36	13,26	16,14	6,76	9,82
Limo mediano (<0,031 mm - >0,0156 mm)		5,86	12,02	10,96	11,64	10,22
Limo fino (<0,0156 mm - >0,0078 mm)		8,4	12,2	3,14	6,8	2,7
Limo muy fino (<0,0078 mm - >0,0039 mm)		13,5	9,64	4,88	4,55	3,46
Arcilla (< 0,0039 mm)		47,51	17,51	9,51	49,64	41,51

Fuente: Informe de Ensayo 53885 y 52938 de Laboratorio ALS, 2018.

Los resultados de granulometría indican, según criterio global del componente que el suelo del Sitio S0104 (Botadero Km 2), está compuesto principalmente por arcillas en un porcentaje que oscila entre 9,51% y 49,64%, en menor porcentaje limos y arenas, las gravas Se encuentran en porcentajes menos representativos. La secuencia de suelos del Sitio S0104 (Botadero Km 2), se clasifica como suelo de textura arcillo limosa.

Los materiales muy finos o muy gruesos generan dificultades en los procesos de solidificación *ex situ-on site*, la mezcla de materiales de diferente granulometría da como resultado una matriz resistente, de baja permeabilidad y bajas propiedades de lixiviación.

- pH del suelo:

Los metales pesados se solubilizan y lixivian en medios ácidos, materiales de mezcla con un bajo pH, inciden en las propiedades del concreto. La **Tabla 5-28**, detalla los resultados de pH para el sitio S0104 (Botadero Km 2) respectivamente.

Tabla 5-28. Resultados de Potencial de Hidrógeno (pH) en Suelo del Sitio S0104 (Botadero Km 2)

Estación de Muestreo	Fecha	Profundidad (m)		Época de Muestreo	Coordenadas UTM WGS84 ZONA 18 S		Valor pH
		Inicial	Final		Este	Norte	
S0104-S012-0,00	12/09/2018	0,00	0,4	Seca	339021	9693080	6,35
S0104-S012-1,00		1,00	1,25				6,31
S0104-S012-2,25		2,25	2,5				4,88
S0104-S015-0,00	13/09/2018	0,00	0,4		338860	9693283	4,29
S0104-S015-1,00		1,00	1,25				5,17

Fuente: Informe de Ensayo 53885, 53884 y 52938 de Laboratorio ALS, 2018.

Los resultados de pH indican que el suelo del Sitio S0104 (Botadero Km 2), es ácido, solamente en un punto de muestreo el suelo es alcalino, por lo tanto, es necesario realizar la aplicación de cal para nivelar el pH.

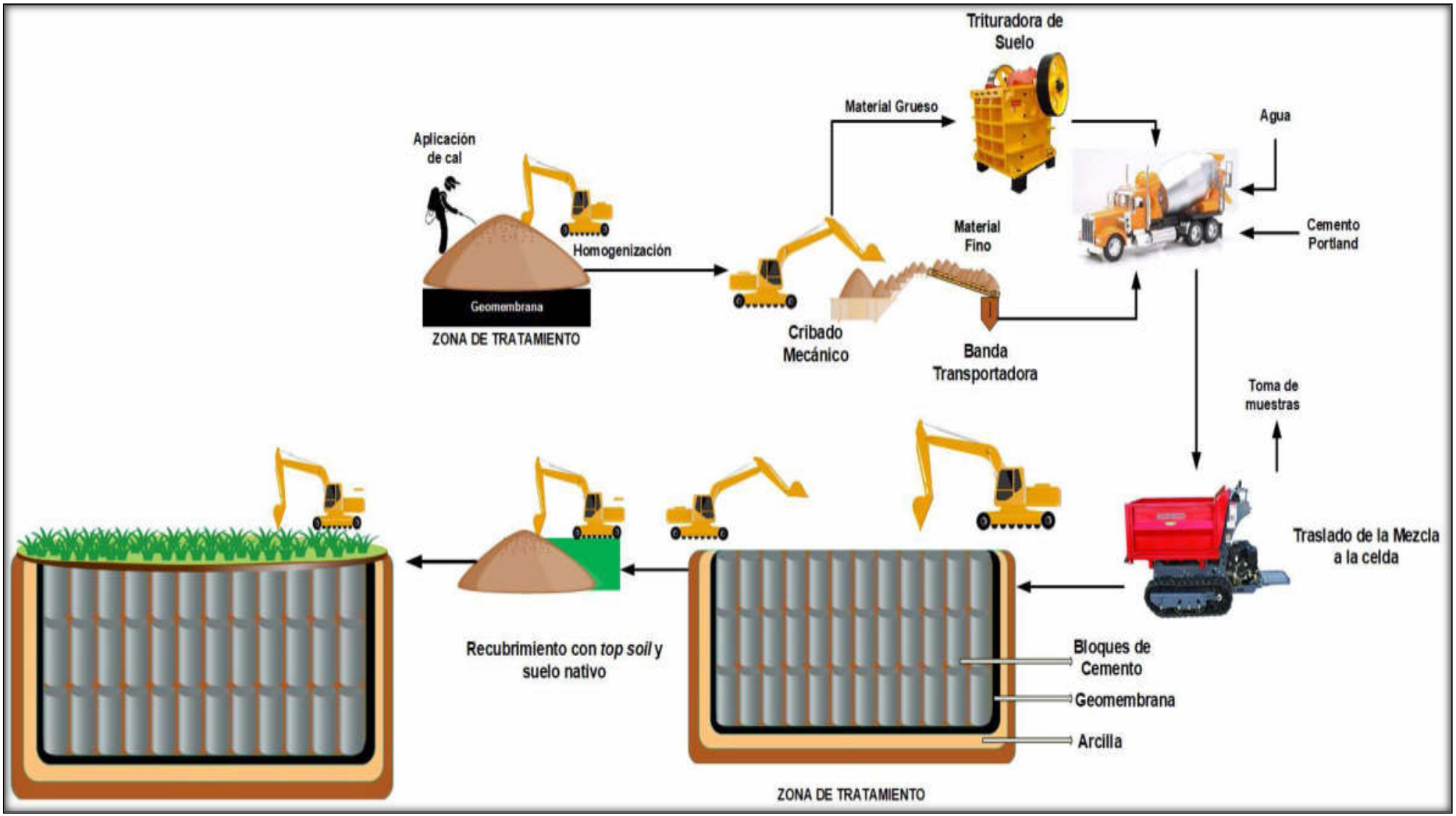


Figura 5-6. Proceso de Solidificación *ex situ* para el Sitio Impactado S0104 (Botadero Km 2)
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.5.5.2. *Sedimentos*

En el caso de sedimentos se sugiere realizar una intervención en el cauce de la quebrada, para realizar dicha actividad de represamiento del cuerpo hídrico para la extracción de sedimentos, se debe tener en cuenta los estudios de hidrología para conocer los niveles de precipitación del área de interés, ya que los caudales pueden aumentar en época húmeda generando complicaciones al momento de extraer los sedimentos del fondo del lecho de agua, razón por la cual se sugiere realizar esta actividad en época seca (menos húmeda).

Para la aplicación de la técnica de remediación en sedimentos, se recomienda extraer el sedimento contaminado y tratarlo de forma *ex situ*, evitando así, contaminar el cuerpo de agua en el que estos se encuentran depositados.

Por lo tanto, antes de iniciar con la técnica de remediación se debe retirar los sedimentos de la quebrada de Capahuarí Yacu que se encuentra al noreste del sitio impactado; en el punto desde el punto de muestreo S0104-Sed001, se utilizarán diques de contención, con el fin de controlar la dispersión del contaminante aguas abajo al momento del retiro de los sedimentos que se encuentran en la parte del lecho del cuerpo de agua.

Para realizar las técnicas extracción de sedimentos se debe tener en cuenta los estudios de hidrología para conocer los niveles de precipitación del área de interés, ya que los caudales pueden aumentar en la época húmeda generando complicaciones al momento de extraer los sedimentos del fondo del cuerpo de agua.

Se debe tener la "Autorización para la Ejecución de Obras en Fuente Natural de Agua o en la Infraestructura Hidráulica Multisectorial" bajo los lineamientos establecidos en el texto único de procedimientos administrativos (TUPA), Resolución Ministerial N° 0450-2017-MINAGRI, autorizado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA).

Vale la pena aclarar que es posible que se requiera contar con la licencia de uso del agua dentro del marco de la ley de los recursos hídricos No. 29338 de 2010.

A continuación, se describe la técnica regulación de caudal y desviación de cauce para la extracción de los sedimentos para la quebrada Capahuarí Yacu.

1. Se deben establecer tramos en la quebrada Capahuarí Yacu en la zona sur para la ubicación de las estructuras de regulación de caudal con previa Autorización para la Ejecución de Obras en Fuente Natural de Agua o en la Infraestructura Hidráulica Multisectorial solicitada Autoridad Nacional del Agua (ANA).
2. Se deberán construir estructuras para la regulación de caudal con tablones deslizantes que van encajados en una estructura de sujeción, que puede ser de madera, ladrillos o bloques.
3. En algunos tramos dependiendo de las características del cuerpo de agua se debe hacer desviación del cauce, esta desviación se debe hacer por medio de un canal de derivación por el costado del cuerpo de agua.
4. En caso que se presente lluvias o los niveles de represamiento suban hasta la altura de los reguladores de caudal se debe contar con mangueras de extracción de agua impulsados por motobombas para ser depositados aguas abajo del sitio de la extracción de los sedimentos.
5. Para la extracción de los sedimentos se puede hacer por medio de herramienta menor (palas) o por medio mecánico retroexcavadora siempre y cuando las condiciones del sitio lo permitan.
6. Para evitar la dispersión del contaminante hacia otros medios, al momento de hacer la extracción se deben colocar barreras de contención de 12 pulgadas, en el cuerpo de agua y en las orillas barreras oleofílica.
7. La profundidad a retirar de sedimentos es de 0,50 m del lecho del cuerpo de agua.
8. Los sedimentos retirados con herramienta menor y/o por medio mecánico se deben depositar en los vehículos de transporte para ser llevados a las bioceldas donde va a ser ejecutada la técnica de remediación seleccionada.

Cabe mencionar que para el caso de las técnicas (*ex situ*) los sedimentos deben tener un proceso de secado; esto se realizará por medio de una deshidratación por lechos de secado, en donde se tendrá en cuenta prevenir la filtración por precipitación que pueda afectar el proceso de secado. Dicha actividad se realizará por medio del cubrimiento de las celdas de secado y con la adecuación de canales perimetrales.

A continuación, en la **Figura 5-7**, se muestra el proceso de la extracción de los sedimentos contaminados identificados en el sitio S0104 (Botadero Km 2).

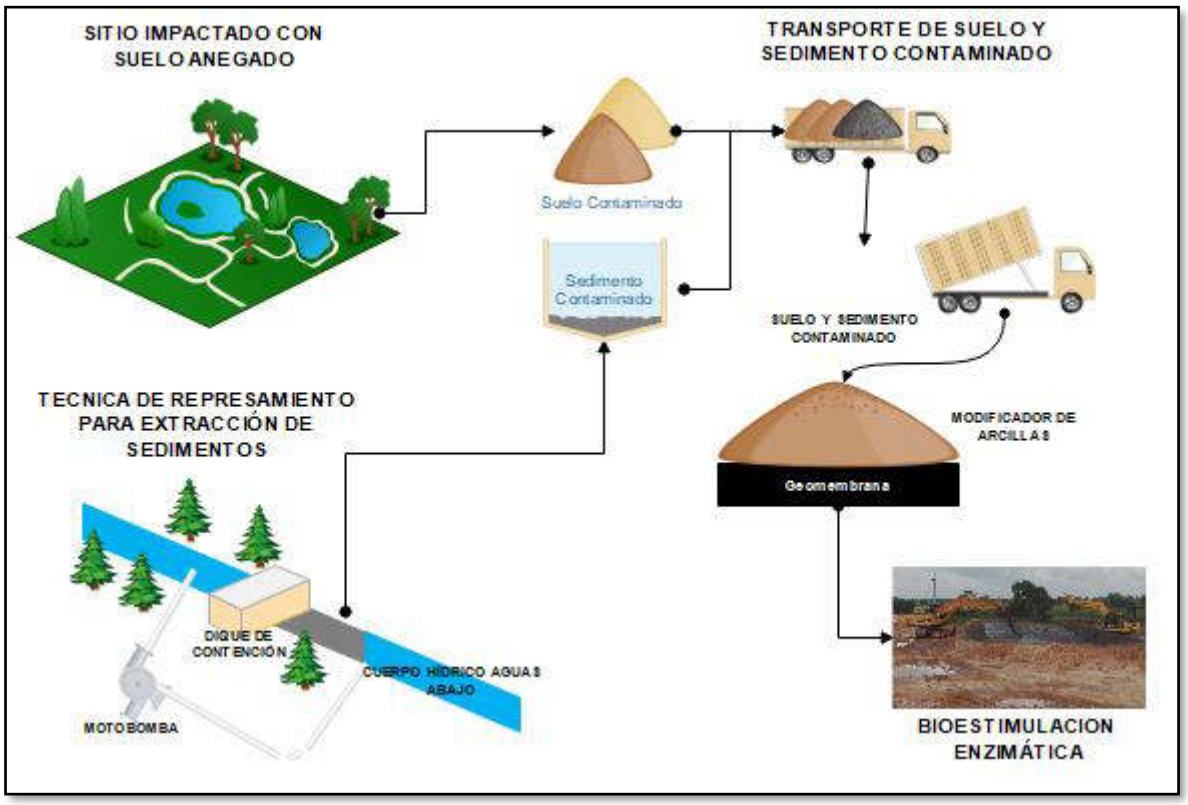


Figura 5-7. Extracción de Sedimentos con Diques de Contención
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En el análisis de técnicas de remediación para sedimentos del Sitio S0104 (Botadero Km 2), la alternativa que tuvo mayor puntaje de acuerdo a los criterios evaluados en la matriz de selección de tecnologías fue *Bioestimulación Enzimática*.

- **Construcción de las Bioceldas de Tratamiento:**

- Construcción de la zona de tratamiento con una celda de tratamiento exclusiva para el tratamiento de los sedimentos de 5 m x 5 m, con una profundidad de 0,5 m. Se debe utilizar material nativo para la construcción de la misma.
- Construcción de canaletas de drenaje perimetrales por cada biocelda para el manejo de las aguas de lluvia durante época húmeda.

Los demás aspectos aplican de la misma forma para el tratamiento de los sedimentos lo cuales se desarrollan en el numeral **5.5.5.1**

5.5.6. Análisis de los Riesgos Operacionales para la ejecución de las actividades y en concordancia con la experiencia en campo.

Es importante observar, identificar y analizar los peligros o factores de riesgo relacionados con los aspectos y el ambiente de trabajo, las instalaciones, los equipos, la maquinaria y las herramientas. De igual forma se deben identificar los riesgos químicos, físicos, biológicos y ergonómicos que se pueden generar en el desarrollo de las actividades de remediación.

La evaluación de riesgos operacionales deberá realizarse considerando la realidad para la ejecución de la técnica, las características y la complejidad del trabajo, los materiales utilizados, los equipos existentes, y el estado de salud de los trabajadores, valorando los riesgos existentes en función de criterios objetivos que brinden confianza sobre los resultados a alcanzar.

Existen varias metodologías de estudio para el análisis y evaluación de riesgos, en este caso se tuvo en cuenta la metodología descrita en la R.M. Nº 375-2008-TR, cuya valoración del riesgo se basa en la metodología de Richard y Pickers; donde se relacionan tres variables a través de la multiplicación que corresponden a la probabilidad, frecuencia y consecuencia.

5.5.6.1. *Suelo y Sedimentos*

En el **Anexo 6.11.9**, se encuentra el análisis de los riesgos operacionales que pueden llegar a materializarse y que deberán tenerse en cuenta para la remediación del suelo y los sedimentos del Sitio S0104 (Botadero Km 2), de acuerdo a las técnicas que se recomiendan implementar que corresponden a Bioestimulación Enzimática, Solidificación Ex situ y Remoción de Residuos.

5.5.6.1.1. Bioestimulación Enzimática y Solidificación (ex situ)

En la **Figura 5-8** se muestran los niveles de riesgo obtenidos según el análisis realizado para la ejecución de las técnicas.

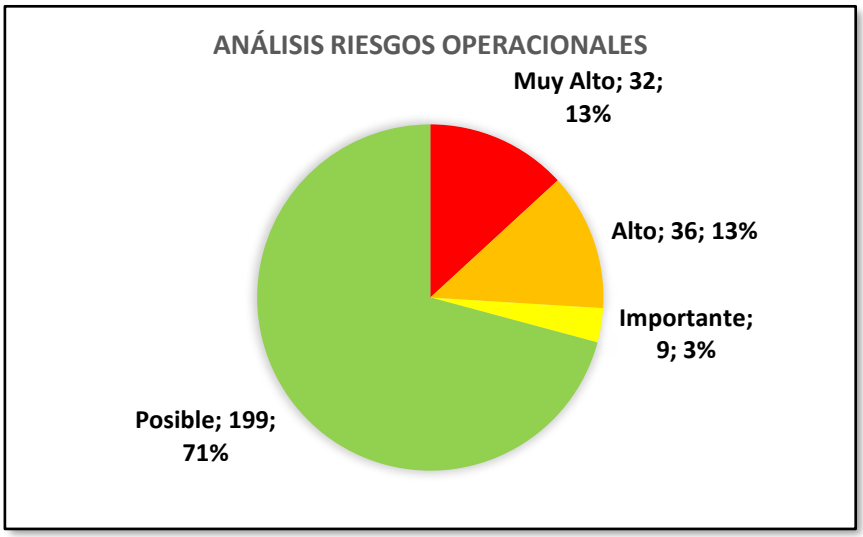


Figura 5-8. Distribución de Nivel de Riesgo para la técnica de Remediación.
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

De acuerdo con la calificación obtenida se evidencia que las consecuencias sobre el ambiente y la reputación obtienen los valores más altos debido a la localización de la zona a remediar; lo cual contribuye significativamente a la determinación del nivel de riesgo. En esta calificación se determinó un 71% de los eventos con riesgo posible (identificado con color verde), un 3% de los eventos con un nivel de riesgo importante (identificado con color amarillo), un 13% de los eventos con riesgo alto

(identificado con color naranja) y finalmente, un 13% de los eventos con riesgo muy alto (identificado con color rojo).

En la **Tabla 5-29** presenta los riesgos operacionales que obtuvieron un nivel de riesgo alto y muy alto, los cuales requieren la implementación de medidas de control para llevar a cabo las actividades.

Tabla 5-29. Posibles Riesgos Operacionales Identificados en las Actividades de Remediación

Fase	Evento	Nivel de Riesgo (Probabilidad x Frecuencia x Consecuencia)	
		Nivel de Riesgo	Valor
Fase 1: Aspectos Logísticos y de Selección de Personal	Paralización de Trabajadores	Alto	360
	Problemas sociales con las Comunidades Nativas	Muy alto	720
Fase 2: Transporte e Instalación de Personal, Maquinaría, Productos y Equipos	Problemas sociales con las Comunidades Nativas	Muy alto	720
	Paralización de Actividades por mal estado de las vías	Muy alto	420
	Mordedura de animales (serpientes)	Alto	300
	Contagio de enfermedades tropicales por picadura de mosquitos	Alto	210
	Inundación	Muy alto	720
Fase 3: Reconocimiento y Adecuación de la Zona de Remediación	Paralización actividades de los Trabajadores	Alto	360
	Problemas Sociales de Comunidades Nativas	Muy alto	720
	Paralización de las actividades de Proveedores	Alto	360
	Conflicto entre Comunidades Nativas por contratación de Mano de Obra Local y Límites geográficos	Muy alto	720
	Accidentes Viales	Alto	360
	Paralización de Actividades por mal estado de las vías	Muy alto	420
	Mordedura de animales (serpientes)	Alto	300
	Contagio de enfermedades tropicales por picadura de mosquitos	Alto	210
	Interrupción de actividades por precipitación	Muy alto	700
	Inundación	Muy alto	720
Fase 4: Construcción y Adecuación de las Celdas de Tratamiento	Paralización de las actividades de los Trabajadores	Alto	360
	Problemas sociales con las Comunidades Nativas	Muy alto	720
	Paralización actividades de Proveedores	Alto	360

Fase	Evento	Nivel de Riesgo (Probabilidad x Frecuencia x Consecuencia)	
		Nivel de Riesgo	Valor
	Conflicto entre Comunidades Nativas por contratación de Mano de Obra Local y Límites geográficos	Muy alto	720
	Accidentes Viales	Alto	360
	Paralización de Actividades por mal estado de las vías	Muy alto	420
	Mordedura de animales (serpientes)	Alto	300
	Contagio de enfermedades tropicales por picadura de mosquitos	Alto	210
	Interrupción de actividades por precipitación	Muy alto	700
	Inundación	Muy alto	720
Fase 5: Excavación, Transporte y Descarga del Suelo Contaminado en la Zona de Tratamiento	Paralización actividades de Trabajadores	Alto	360
	Problemas sociales de las Comunidades Nativas	Muy alto	720
	Paralización actividades de Proveedores	Alto	360
	Conflicto entre Comunidades Nativas por contratación de Mano de Obra Local y Límites geográficos	Muy alto	720
	Accidentes Viales	Alto	360
	Paralización de Actividades por mal estado de las vías	Muy alto	420
	Mordedura de animales (serpientes)	Alto	300
	Contagio de enfermedades tropicales por picadura de mosquitos	Alto	210
	Interrupción de actividades por precipitación	Muy alto	700
	Inundación	Muy alto	720
Fase 6: Implementación de la Técnica de Remediación de Bioestimulación Enzimática	Paralización actividades de Trabajadores	Alto	360
	Problemas Sociales de las Comunidades Nativas	Muy alto	720
	Paralización de las actividades de los Proveedores	Alto	360
	Conflicto entre Comunidades Nativas por contratación de Mano de Obra Local y Límites geográficos	Muy alto	720
	Accidentes Viales	Alto	360
	Paralización de Actividades por mal estado de las vías	Muy alto	420

Fase	Evento	Nivel de Riesgo (Probabilidad x Frecuencia x Consecuencia)	
		Nivel de Riesgo	Valor
	Mordedura de animales (serpientes)	Alto	300
	Contagio de enfermedades tropicales por picadura de mosquitos	Alto	210
	Interrupción de actividades por precipitación	Muy alto	700
	Inundación	Muy alto	720
Fase 7: Implementación de la Técnica de Solidificación *ex situ*	Paralización actividades de Trabajadores	Alto	360
	Problemas Sociales con las Comunidades Nativas	Muy Alto	720
	Paralización actividades de Proveedores	Alto	360
	Conflicto entre Comunidades Nativas por contratación de Mano de Obra Local y Límites geográficos	Muy Alto	720
	Accidentes Viales	Alto	360
	Paralización de Actividades por mal estado de las vías	Muy alto	420
	Mordedura de animales (serpientes)	Alto	300
	Contagio de enfermedades tropicales por picadura de mosquitos	Alto	210
	Interrupción de actividades por precipitación	Muy alto	700
	Inundación	Muy alto	720
Fase 8: Finalización de las Técnicas de Remediación y Acciones de Revegetación	Paralización actividades de Trabajadores	Alto	360
	Problemas Sociales con las Comunidades Nativas	Muy alto	720
	Paralización actividades de Proveedores	Alto	360
	Conflicto entre Comunidades Nativas por contratación de Mano de Obra Local y Límites geográficos	Muy alto	720
	Accidentes Viales	Alto	360
	Paralización de Actividades por mal estado de las vías	Muy alto	420
	Mordedura de animales (serpientes)	Alto	300
	Contagio de enfermedades tropicales por picadura de mosquitos	Alto	210
	Interrupción de actividades por precipitación	Muy alto	700
	Inundación	Muy alto	720

Fase	Evento	Nivel de Riesgo (Probabilidad x Frecuencia x Consecuencia)	
		Nivel de Riesgo	Valor
Fase 9: Cierre y Desmantelamiento del Campamento Base y de la Zona de Tratamiento	Problemas Sociales con las Comunidades Nativas	Muy alto	720
	Accidentes Viales	Alto	360
	Paralización de Actividades por mal estado de las vías	Muy alto	420
	Mordedura de animales (serpientes)	Alto	300
	Contagio de enfermedades tropicales por picadura de mosquitos	Alto	210
	Inundación	Muy alto	720

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.5.6.1.2. Remoción de Residuos

Por otro lado, en la **Figura 5-10** se presentan los niveles de riesgo obtenidos para la remoción de residuos.

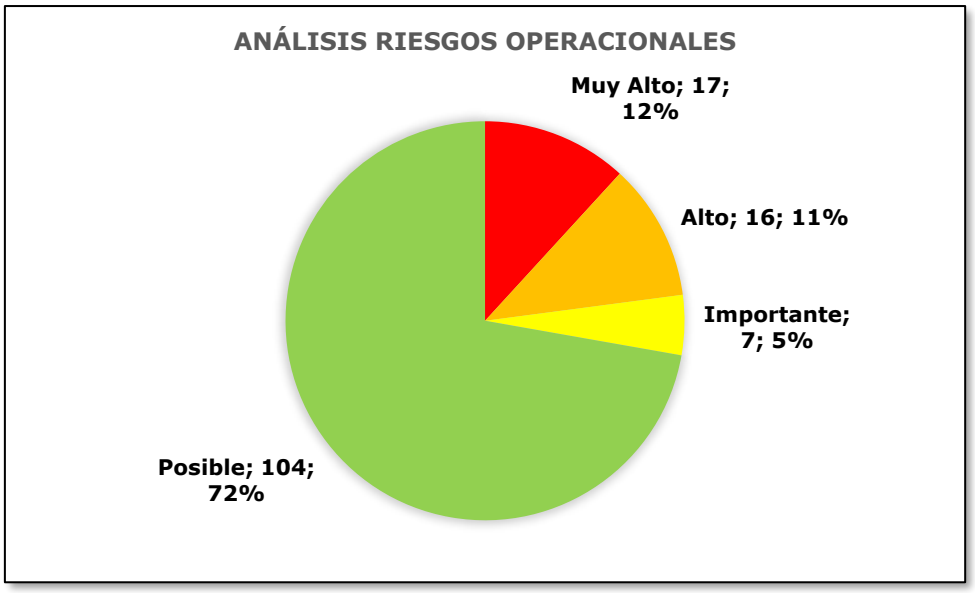


Figura 5-9. Distribución del Nivel de Riesgo para Remoción de Residuos
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Según la calificación de riesgos, se puede observar que los altos niveles que se presentan son debido a las consecuencias, ya que la localización de la zona a remediar corresponde a la selva amazónica del Perú, lo que causa que la calificación sea más exigente en cuanto al ambiente y la reputación; se tiene un 72% de riesgo posible (identificado con color verde), 8% de riesgo importante (identificado con color amarillo), 8% de riesgo alto (identificado con color naranja) y un 12% de riesgo muy alto (identificado con color rojo).

La **Tabla 5-30** presenta los riesgos operacionales que obtuvieron un nivel de riesgo alto y muy alto, los cuales requiere implicaciones de mantener la alerta para la continuidad de las actividades.

Tabla 5-30. Riesgos Operacionales en la Ejecución de la Remediación para Remoción de Residuos

Fase	Riesgo	Nivel de Riesgo (Probabilidad x Frecuencia x Consecuencia)	
		Nivel de Riesgo	Valor
Fase 1: Aspectos Logísticos y de Selección de Personal para la Aplicación la Técnica de Remediación.	Paralización de Actividades de Trabajadores	Alto	360
	Problemas sociales con las comunidades nativas	Muy alto	720
Fase 2: Transporte e Instalación de Personal, Maquinaría, Productos y Equipos	Problemas sociales con las comunidades nativas	Muy alto	720
	Paralización de Actividades por mal estado de las vías	Muy alto	420
	Mordedura de animales (serpientes)	Alto	300
	Contagio de enfermedades tropicales por picadura de mosquitos	Alto	210
	Inundación	Muy alto	720
Fase 3: Adecuación de la Zona para la Extracción de Residuos Enterrados.	Paralización de Actividades de Trabajadores	Alto	360
	Problemas sociales con las comunidades nativas	Muy alto	720
	Paralización de Actividades de Proveedores	Alto	360
	Conflicto entre Comunidades Nativas por contratación de Mano de Obra Local y Límites geográficos	Muy alto	720
	Accidentes Viales	Alto	360
	Paralización de Actividades por mal estado de las vías	Muy alto	420
	Mordedura de animales (serpientes)	Alto	300
	Contagio de enfermedades tropicales por picadura de mosquitos	Alto	210
	Interrupción de actividades por precipitación	Muy alto	700
	Inundación	Muy alto	720
Fase 4: Excavación y Retiro de Residuos Contaminados.	Paralización de Actividades de Trabajadores	Alto	360
	Problemas sociales con las comunidades nativas	Muy alto	720
	Paralización de Actividades Proveedores	Alto	360
	Conflicto entre Comunidades Nativas por contratación de Mano de Obra Local y Límites geográficos	Muy alto	720
	Accidentes Viales	Alto	360
	Paralización de Actividades por mal estado de las vías	Muy alto	420

Fase	Riesgo	Nivel de Riesgo (Probabilidad x Frecuencia x Consecuencia)	
		Nivel de Riesgo	Valor
	Mordedura de animales (serpientes)	Alto	300
	Contagio de enfermedades tropicales por picadura de mosquitos	Alto	210
	Interrupción de actividades por precipitación	Muy alto	700
	Inundación	Muy alto	720
	Inundación	Muy alto	720
Fase 5: Cierre y abandono	Problemas sociales con las comunidades nativas	Muy alto	720
	Accidentes Viales	Alto	360
	Paralización de Actividades por mal estado de las vías	Muy alto	420
	Mordedura de animales (serpientes)	Alto	300
	Contagio de enfermedades tropicales por picadura de mosquitos	Alto	210
	Inundación	Muy alto	720

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.5.7. Lista de Alternativa de Remediación Aplicable

Con respecto al resultado de la matriz de selección de tecnologías de remediación, en la **Tabla 5-31** se muestra el listado de las alternativas de remediación que son aplicables al suelo impactado del Sitio S0104 (Botadero Km 2), teniendo en cuenta la evaluación técnica realizada en base a criterios sociales, ambientales y económicos (Ver **Numeral 5.5.2**).

Tabla 5-31. Lista de Alternativas de Remediación Aplicables

Tipo de contaminación	Tecnologías de remediación	Puntaje (%)
Contaminación por Hidrocarburos Totales de Petróleo	Bioestimulación enzimática	72,54
	Electrobiorremediación	62,13
	Bioceldas/ Biopilas	69,92
Contaminación por Metales Pesados	Remediación Electrocinética	67,75
	Lavado de Suelos Ex situ	66,71
	Solidificación Ex situ	68,75

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Es importante mencionar que antes de la implementación de la técnica seleccionada es necesario el desarrollo de ensayos piloto, con el propósito de determinar la efectividad de las técnicas considerando las condiciones de la zona y así mismo evaluar el comportamiento de los diferentes insumos que se requieren para las técnicas.

5.6. Planificación detallada de la alternativa seleccionada

A continuación, se especifica el volumen y superficie del sitio impactado que debe ser tratado. Igualmente se realiza la descripción de las acciones de remediación que se deben implementar en la aplicación de las técnicas de remediación de *Bioestimulación Enzimática y Solidificación Ex situ*, como los insumos y mano de obra que requiere cada una, detallando los costos de los mismos. Además, se mencionan las actividades de ingeniería que se deben llevar a cabo para que la técnica de remediación

pueda ser implementada y los residuos y/o emisiones que genera la aplicación de las tecnologías de remediación mencionadas.

5.6.1. Superficie y volumen a remediar y rehabilitar de acuerdo al objetivo definido.

5.6.1.1. *Suelo*

La determinación de la superficie y el volumen a remediar, se realizó partiendo del volumen estimado en la caracterización del sitio (estimación preliminar de las áreas y volúmenes del sitio impactado, ver numeral **3.8.2** del plan de Rehabilitación). Con el volumen definido previamente se realizó una zonificación de las áreas que deben ser intervenidas, las cuales presentan los contaminantes de preocupación (Pb, Cd, F2 y F3); dicha zonificación también tuvo en cuenta los análisis realizados en el análisis del ERSA y se generó usando el método de las secciones transversales por medio del Software AutoCAD Civil 3D.

Por lo anterior, en la **Figura 5-10**, se puede identificar el tipo de contaminante presente en el suelo y la zona del sitio S0104 (Botadero Km 2), que debe ser objeto de tratamiento por la tecnología de remediación de Solidificación ex situ, en metales pesados y fracción de hidrocarburos F2 y F3.

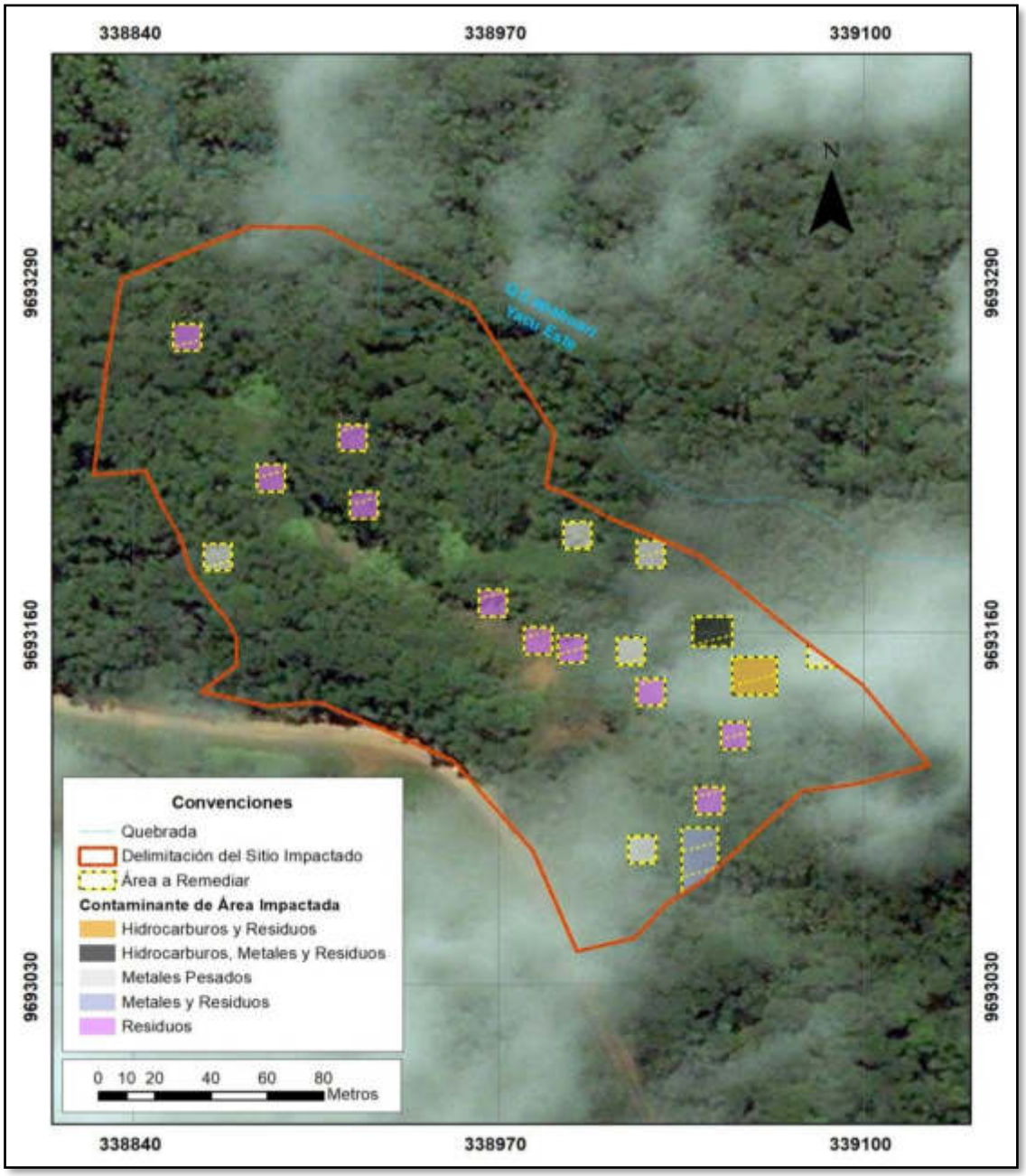


Figura 5-10. Zonas Contaminadas Identificadas en el sitio S0104 (Botadero Km 2)
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cabe mencionar que al estimar el volumen a través del método de las secciones transversales por medio del Software AutoCAD Civil 3D, se obtuvo el siguiente volumen que se observa en la **Tabla 5-32:**

Tabla 5-32. Estimulación de volúmenes por el Software AutoCAD Civil 3D

Sitio S0104 (Botadero Km 2)			
Abscisa	**AREA CORTE**	**VOLUMEN CORTE**	**VOLUMEN CORTE ACUMULADO**
0+000,00	0,00	0,00	0,00
0+020,00	0,00	0,00	0,00

Sitio S0104 (Botadero Km 2)			
Abscisa	**AREA CORTE**	**VOLUMEN CORTE**	**VOLUMEN CORTE ACUMULADO**
0+040,00	0,00	0,00	0,00
0+060,00	0,00	0,00	0,00
0+080,00	16,76	167,60	167,60
0+100,00	0,00	0,00	167,60
0+120,00	0,00	0,00	167,60
0+140,00	0,00	0,00	167,60
0+160,00	15,76	157,62	325,22
0+180,00	16,37	394,37	719,59
0+200,00	66,25	792,82	1512,41
0+220,00	25,10	680,70	2193,11
0+240,00	105,14	1302,37	3495,48
0+260,00	126,60	1582	5077,48
0+280,00	129,60	1231,83	6309,31
0+300,00	0,00	0,00	6309,31
0+320,00	0,00	0,00	6309,31

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En el cual se observa que el volumen acumulado de corte que se obtuvo tiene un valor de 6309,31 m^3 (Ver **Anexo 6.3**) Para lograr estimar el volumen de suelo susceptible de ser tratado y el volumen de residuos enterrados que tendrán que ser transportados fuera del lugar y ser dispuestos por una empresa autorizada para la gestión de residuos sólidos (EO-RS); se estimó un factor de expansión de 15% y se elaboró una matriz a partir del volumen anteriormente mencionado el cual fue calculado con el software y con los resultados obtenidos de los muestreos de suelo y del estudio geofísico por el método de Georradar, en donde se arrojó una distribución porcentual promedio de los volúmenes a considerar.

El volumen total del sitio contaminado es representado como la sumatoria de cilindros de profundidad variable (Ver **Figura 5-11**), el cual es dado por la profundidad en donde se encontraron residuos por el georradar que varían de 1 metro hasta 3,5 metros. Con el fin de lograr un estimado real del volumen, se tuvo en cuenta las visitas de reconocimiento de campo, en donde se determinó que existe una capa de suelo que cubre estos residuos de 0,3 metros y otra capa contaminada que se ubican debajo no mayor a 1 m, según los perfiles litológicos y la experiencia de extracción mecánica de suelo en el lugar, por lo tanto, la distribución porcentual promedio de los volúmenes es la sumatoria del volumen representado como el superficial y el volumen de la capa profunda, el cual corresponde al suelo susceptible de un tratamiento de remediación. Por otro lado, la capa media en donde están ubicados los residuos que serán transportados para ser dispuestos adecuadamente.

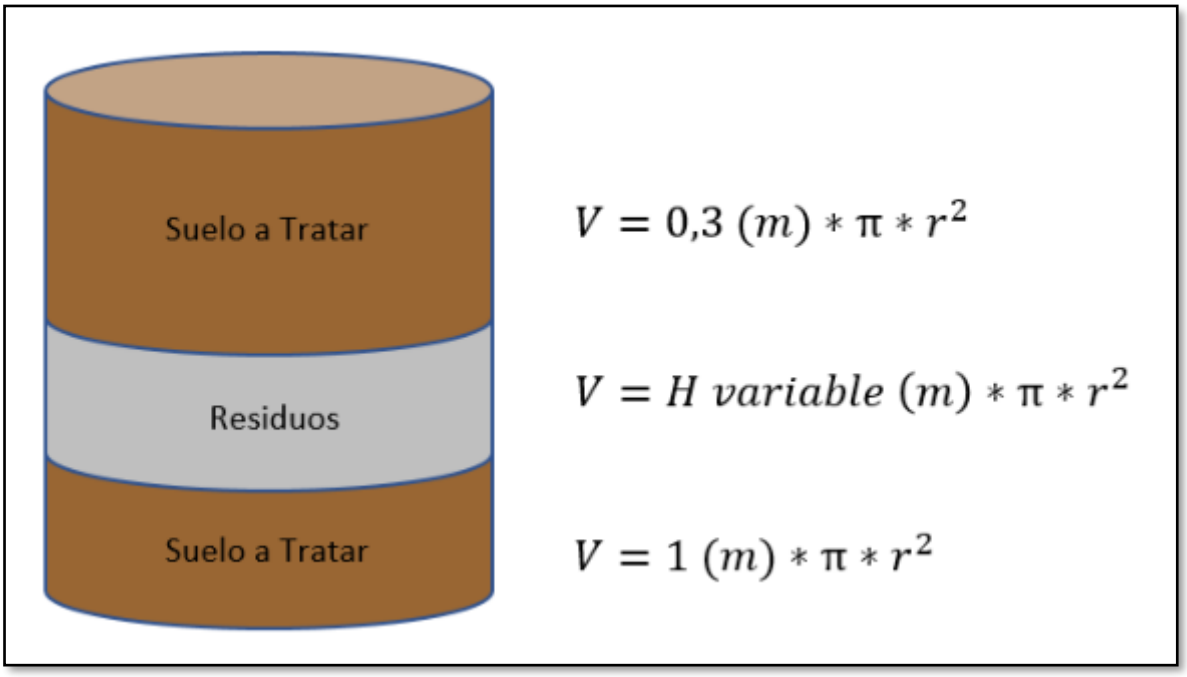


Figura 5-11. Cilindro de Profundidad para determinación de Volúmenes
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

El análisis promedio de distribución del suelo arrojó que la capa superficial y la capa profunda que son susceptibles de tratamiento son el 40% del volumen total, y el otro 60% es la capa media que contiene residuos sólidos. Teniendo en cuenta que los residuos enterrados no son un bloque macizo metálico y que, por el contrario, se conoció a través del trabajo de campo y excavaciones mecánicas que ese volumen contiene suelo y residuos, se encontró que la distribución porcentual de residuos sólidos es de 5% del 60% del volumen total, logrando una distribución general del botadero. (Ver **Figura 5-12**).

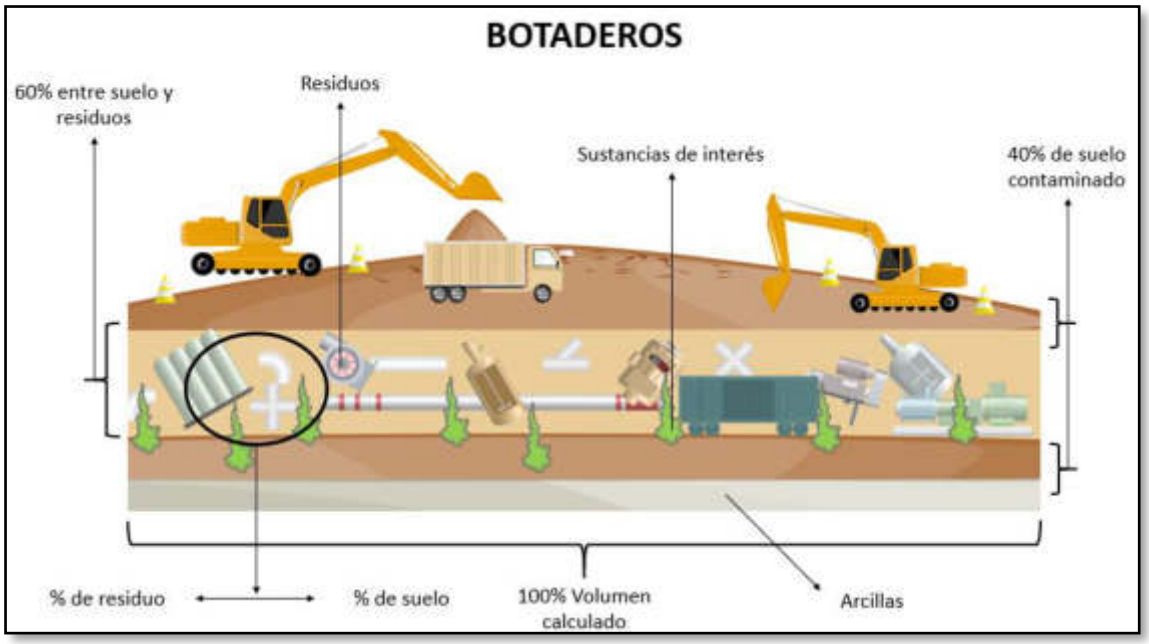


Figura 5-12. Distribución General de un Botadero
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

De acuerdo a lo anterior se determinó el volumen y superficie (con el método composite), que se debe remediar en base en la profundidad en la que se encuentra el agente contaminante. En la **Tabla 5-33,** se detalla la superficie y el volumen del área a remediar con la técnica de *Bioestimulación enzimática + Solidificación.*

Tabla 5-33. Volúmenes y Superficies de suelo a remediar en el sitio S0104 (Botadero Km 2)

Superficie y Volumen de Suelo a Remediar de Metales Pesados y Fracciones (F2 y F3)			
Tipo de Contaminación	**Superficie (Ha)**	**Volumen (m^3)**	**Técnica**
Metales Pesados	0,21	2264,93	Solidificación ex situ
F2 Y F3		1950,04	Bioestimulación enzimática
Mixta		1937,16	Bioestimulación enzimática + Solidificación
Total	**0,21**	**6152,13**	

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

A través de los sondeos mecánicos realizados con retroexcavadora y el estudio geofísico por el método de georradar realizado en el en el Sitio S0104 (Botadero Km 2), se identificaron áreas con residuos enterrados y superficiales de diferente tipo y naturaleza. En la parte oeste del sitio impactado se registraron concentraciones de Cadmio (Cd) y Plomo (Pb) que superaban el límite establecido en el D.S. N°011-2017-MINAM, en esta área se identificaron residuos, se definió un volumen de suelo a remediar de 2264,93 m^3 para lo cual se realizará la remoción y separación de los residuos y posteriormente se aplicará la técnica de Solidificación (*Ex situ-On site*) a la capa de suelo. En el área central del sitio impactado se registraron concentraciones de las fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28–C40) que sobrepasaban el límite establecido en el D.S. N°011-2017-MINAM, en esta área se identificaron residuos de refrigerantes, lubricantes, aceites y grasas, para la cual se definió un volumen a remediar 1950,04 m^3, en la que se realizará una remoción y separación de los residuos y se aplicará la técnica de bioestimulación enzimática.

Se identificaron también áreas donde se encontraron residuos superficiales y enterrados, pero los resultados analíticos de laboratorio indican que la concentración Fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28–C40) y metales pesados eran inferiores a los estándares de referencia para suelo de uso agrícola, por lo tanto, en estas áreas donde las concentraciones no superaron el límite establecido, se realizarán excavaciones mecánicas para retirar y clasificar los residuos y el suelo dado que cumplen con los estándares de calidad ambiental para suelo de uso agrícola será utilizado nuevamente para realizar el relleno y compactación de las zonas excavadas.

En la **Tabla 5-34**, se puede identificar la estimación de las áreas superficiales y volúmenes de los residuos enterrados, que se identificaron en el reconocimiento de campo realizado en época húmeda y época seca (menos húmeda), en el Sitio S0104 (Botadero Km 2).

Tabla 5-34. Volúmenes y Superficies de Residuos S0104 (Botadero Km 2)

Áreas de Remoción de Residuos	**Superficie (Ha)**	**Volumen (m^3)**	**Técnica**
Área total Residuos Subterráneos	0,21	157,18	Disposición Final de Residuos Peligrosos en el Relleno de Seguridad en Lima

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.6.1.2. *Sedimentos*

En la **Figura 5-13** y **Tabla 5-35**, se pueden identificar el volumen y superficie de sedimentos a remediar. El volumen de sedimentos a tratar es de 6 m^3, que están distribuidos en la quebrada Capahuarí Yacu a una profundidad promedio 0,5 m.

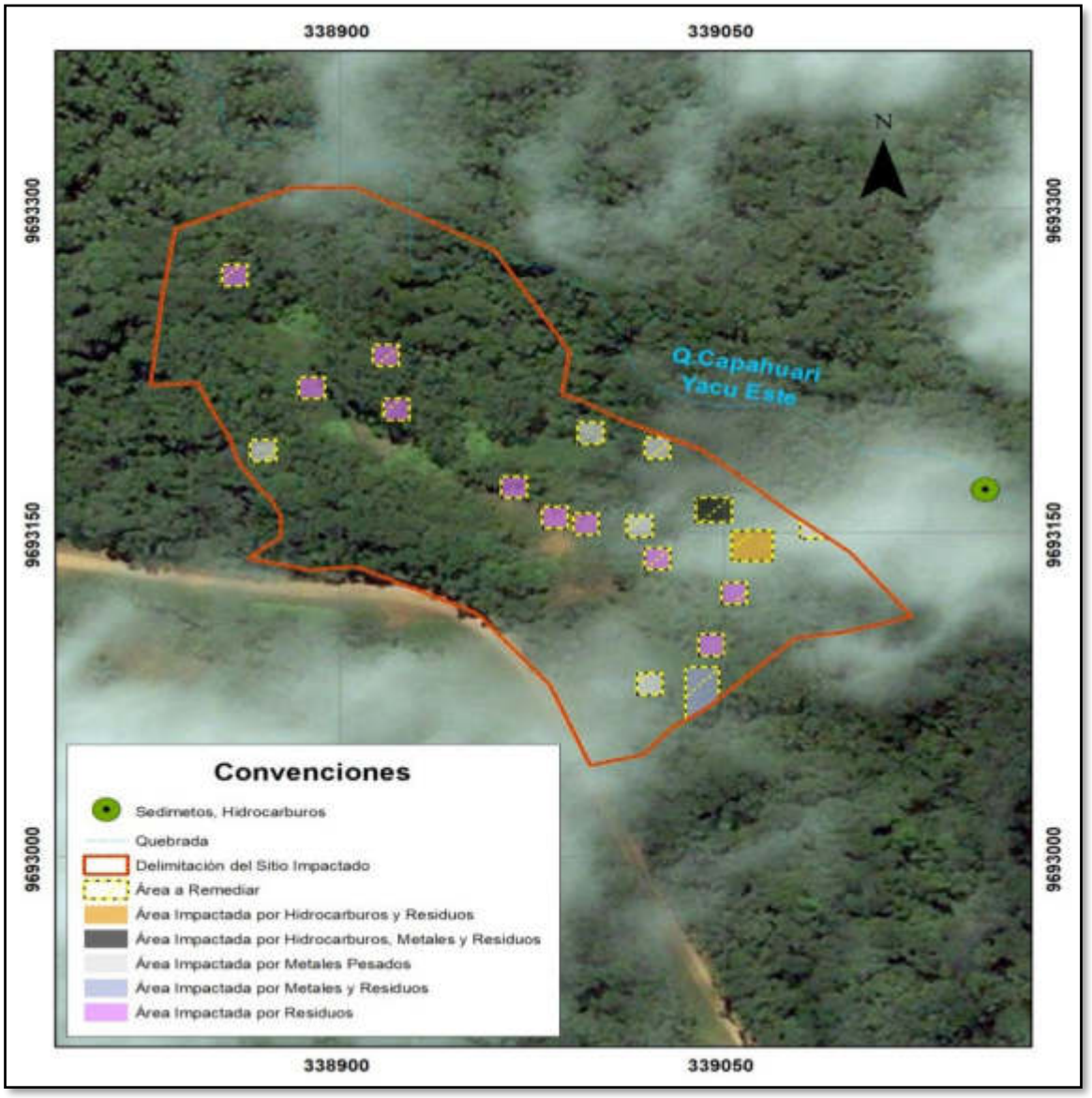


Figura 5-13. Zonas Identificadas con Sedimentos Contaminadas en el Sitio S0104 (Botadero Km 2)

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Tabla 5-35. Volúmenes y Superficies de Sedimentos del Sitio S0104 (Botadero Km 2)

Zona Contaminada	Técnica	Superficie (m^2)	Volumen (m^3)
Área de Rehabilitar	Bioestimulación Enzimática	12	6

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En el **Anexo 6.4.3**, se puede observar detalladamente las zonas contaminadas junto con la ubicación general del sitio impactado.

5.6.2. Descripción de las Acciones de Remediación y rehabilitación que correspondan.

A continuación, se hace la descripción de las acciones de Remediación que se van a realizar en el Sitio S0104 (Botadero Km 2), como son la Remoción de Residuos y se realizara las técnicas de

Bioestimulación enzimática para áreas con presencia de fracciones F2 Y F3 y Solidificación (*Ex situ*) para las áreas con presencia de Cadmio (Cd) y Plomo (Pb).

5.6.2.1. *Suelo y Sedimentos*

En la **Figura 5-14**, se puede evidenciar la ubicación de la zona de tratamiento (celdas) y la zona de acopio que es recomendada. La zona de acopio tiene como objetivo el almacenamiento del suelo contaminado que va ser tratado y los residuos sólidos (generales y peligrosos) que son generados durante el proceso de remediación y deberán ser recolectados para su posterior adecuada disposición. Cabe mencionar que se podrá ubicar la zona de acopio hacia áreas de uso industrial, previa coordinación con la empresa operadora del lote; esto con el fin de evitar el desbosque.

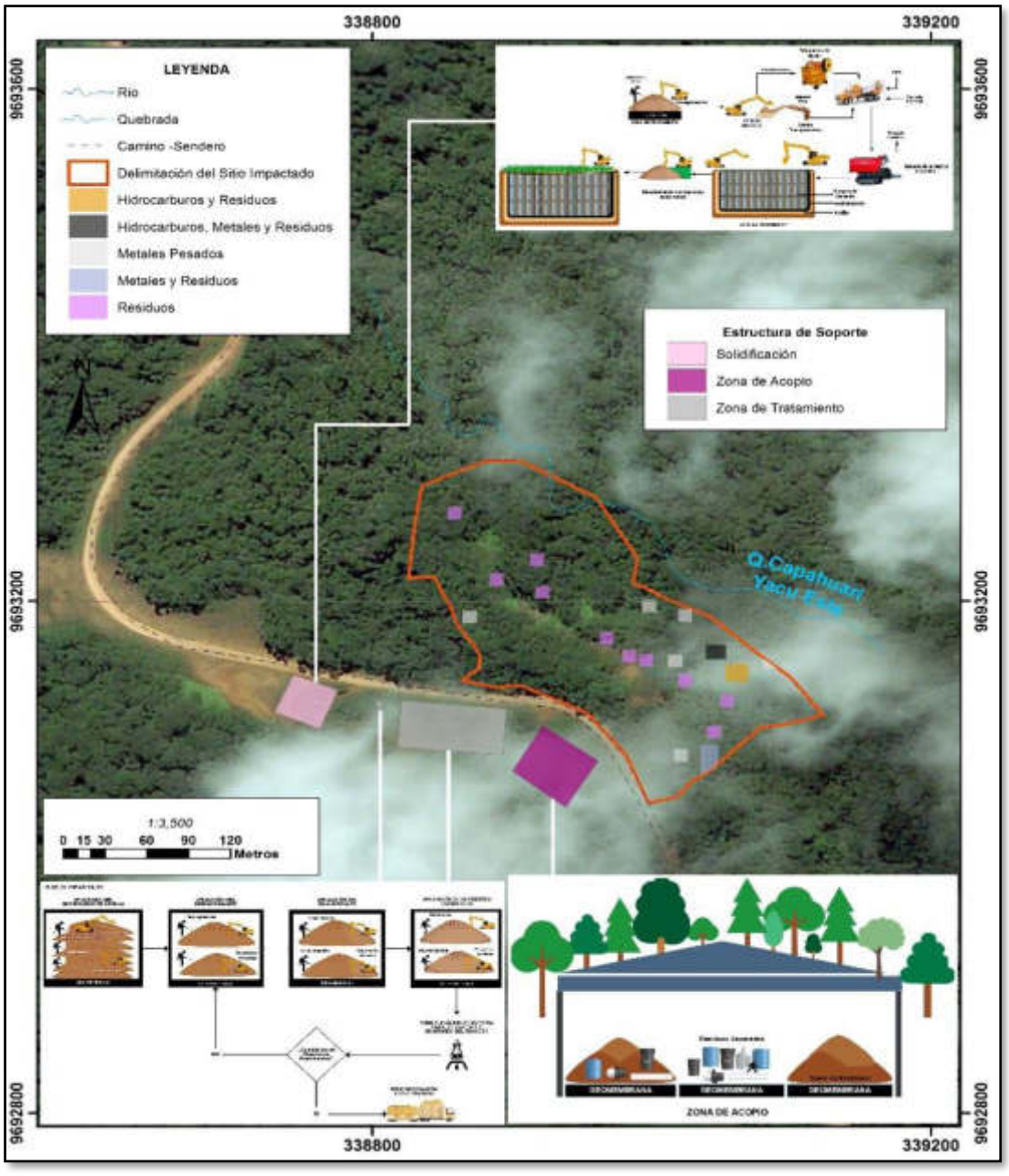


Figura 5-14. Zonas de acopio y tratamiento del Sitio S0104 (Botadero Km 2)
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.6.2.1.1. Remoción de Residuos

A través de excavaciones mecánicas realizadas con una retroexcavadora y mediante el análisis geofísico de los sustratos de suelo con un georradar, se realizó la caracterización del tipo y naturaleza de los residuos que están enterrados en la terraza central del Sitio S0104 (Botadero Km 2).

En el sector sur oriental del Sitio S0104 (Botadero km 2), se encuentra superficial y enterrados a diferentes profundidades, el mayor porcentaje de piezas y repuestos metálicos utilizados en la industria del petróleo; como resultado de la interacción de los metales con el agua y con agentes químicos como el oxígeno, presentes en el suelo, se está presentando la deposición de metales pesados como Cadmio (Cd) y Plomo (Pb), en concentraciones que superan el estándar de calidad para suelos de uso agrícola, de estos metales identificados a través de ensayos de laboratorio, según los cálculos realizados a través del ERSA, solamente para el Plomo (Pb) el UCL95 es superior a los estándares de referencia.

En la parte suroriental se identificó una celda en donde la concentración de las fracciones de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40), supera el límite establecido por el ECA para suelos de uso agrícola. Estas fracciones de hidrocarburos corresponden fundamental a lubricantes y grasas. Contiguo a esta celda hay un sector en donde la concentración de las fracciones de hidrocarburos F2 y F3 al igual que las del Plomo (Pb), superan el límite ECA.

En el extremo oriental de la terraza alta del Sitio S0104 (Botadero km 2), existe una diferencia de cotas demarcada por un talud construido con material de préstamo, sobre este talud se identificaron también piezas y repuestos metálicos que están enterrados a diferentes profundidades. En el sector noroccidental se identificaron piezas de vehículos, los resultados de laboratorio indican que no se está presentando la deposición de metales pesados, no obstante, por consideraciones paisajísticas es procedente retirar del área estas piezas metálicas.

En el sector suroccidental se identificó un punto con presencia de Cadmio (Cd). La prospección del suelo con georradar indica que existen sectores complementarios en donde han sido enterrados residuos de diversa naturaleza.

A continuación, se listan las acciones que se deben realizar antes, durante y después en el sitio impactado, con el propósito de cumplir con el objetivo planteado. Las acciones se presentan por fases:

1. **Fase 1: Aspectos Logísticos y de Selección de Personal para la Extracción de Residuos Enterrados.**

   1.1. Selección y habilitación del personal calificado que va a ser parte del proyecto de recolección.
   1.2. Permiso de Vertimientos de aguas industrial tratada (Reglamento Para El Otorgamiento De Autorizaciones De Vertimiento y Reusó de Aguas Residuales Tratadas, R.J. N° 224-2013-ANA).
   1.3. Permiso para el aprovechamiento forestal, de acuerdo a la Ley Forestal y de Fauna Silvestre (Ley Nº 27308) y su reglamento (D.S. Nº 014-2001-AG), D.S. No. 018-2015-MINAGRI, Decreto Supremo que aprueba el Reglamento para la Gestión Forestal.
   1.4. Permisos según la Ley N° 28256, ley que regula el transporte terrestre de materiales y/o residuos peligrosos.
   1.5. Permisos según la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (Decreto Legislativo N° 1278).
   1.6. Permiso o acuerdo con la CC.NN. Nuevo Porvenir para el establecimiento de las áreas donde se van a realizar los trabajos de acopio y separación de residuos.
   1.7. Contratación de los servicios de la empresa operadora de residuos sólidos (EO-RS).
   1.8. Contar con una póliza de seguro que cubra las operaciones de transporte de residuos peligrosos según el D.S. 57 del 2004.

1.9. Contar con un plan de contingencia de transporte de materiales y residuos peligrosos, el cual debe ser aprobado por MINAM (Ministerio de Ambiente). De acuerdo artículo 22 del capítulo V del D.S. 21 DEL 2008.

2. Fase 2: Transporte e Instalación de Personal, Maquinaria y Equipos para la Extracción de Residuos Enterrados.

2.1. Para viajar desde Lima a Nuevo Andoas existen las siguientes rutas comerciales:

- Lima – Iquitos – Nauta – San Lorenzo – Nuevo Andoas.
- Lima-Iquitos: La duración del vuelo es de 2 horas
- Iquitos – Nauta: Iquitos está interconectada con Nauta por una vía asfaltada, la distancia es de 101 km.
- Nauta – San Lorenzo: A través del río Marañon se puede viajar en embarcaciones que cubren esa ruta en 12 horas (aproximadamente), el río Marañón es navegable en todas las épocas del año.
- San Lorenzo – Nuevo Andoas: Este tramo se realiza a través del río Marañon, hasta la confluencia con el río Pastaza y luego se navega a través del río Pastaza. Las embarcaciones emplean 12 horas (aproximadamente). El río Pastaza es navegable dependiendo de la estacionalidad, en época seca (menos húmeda) el caudal del río decrece significativamente, restringiendo la navegabilidad para botes y embarcaciones de gran calado.
- Lima – Tarapoto – Yurimiguas – San Lorenzo
  - Lima – Tarapoto: diariamente hay vuelos comerciales desde Lima a Tarapoto, la duración del vuelo es de 1,25 horas.
  - Tarapoto – Yurimaguas: Tarapoto está interconectada con Yurimaguas por una vía asfaltada, la distancia es de 130 km.
  - Yurimaguas – San Lorenzo: Empresas aéreas regionales cubren la ruta Yurimaguas – San Lorenzo. La duración del vuelo es de 40 minutos.
  - San Lorenzo – Nuevo Andoas: Este recorrido se realiza vía fluvial.
  - Lima – Nuevo Andoas.

La empresa Operadora del Lote 192, cubre la ruta Lima – Nuevo Andoas, en vuelos asignados exclusivamente a sus trabajadores y a personas de las comunidades Nativas.

2.2. El transporte y movilización de la maquinaria, equipos e insumos que no se puedan contratar o comprar en Nuevo Andoas se realizará desde Lima, a través de la siguiente ruta:

- Lima – Yurimaguas: La distancia entre estas dos ciudades es de 1097 km, la carretera es asfaltada.
- Yurimaguas – Nuevo Andoas: Este tramo se realiza a través del río Huallaga hasta su desembocadura en el río Marañon, se navega a través del río Marañon hasta la desembocadura del río Pastaza y posteriormente a través del río Pastaza. El río que según la estacionalidad presenta restricciones para el transporte de embarcaciones de gran calado es el río Pastaza.

3. Fase 3: Adecuación de la Zona para la Extracción de Residuos Enterrados.

3.1. Desbosque y desmonte.
3.2. Retiro de capa orgánica del suelo (Manejo de Top Soil).
3.3. Despeje y retiro de material vegetal del área, el material vegetal podrá utilizarse para el aprovechamiento forestal o para realizar el cubrimiento de la zona de donde fue retirado para controlar la erosión hídrica.
3.4. Instalación de la zona de acopio y separación de residuos.
3.5. Instalación de la zona almacenamiento de sustancias químicas y de residuos peligrosos, el cual debe cumplir con los requerimientos dispuestos en el numeral **5.7.8.3.2**.
3.6. Instalación de la zona para manejo de herramientas y equipos.

3.7. Instalación de zona de almacenamiento químico y almacenamiento de residuos peligrosos, (Ver numeral **5.7.8**).
3.8. Muestreo de fauna silvestre e identificación de hábitats sensibles y/o susceptibles en faunas que se puedan identificar en las áreas a intervenir.

4. Fase 4: Excavación y Retiro de Residuos Contaminados.

4.1. Caracterización de los residuos**:** En el Sitio S0104 (Botadero Km 2), se identificaron residuos metálicos que se encuentran dispersos superficialmente y a nivel sub superficial, se han identificado residuos, que como consecuencia de procesos de deposición y lixiviación están aportando al suelo metales pesados. como piezas metálicas, plásticos, residuos tecnológicos, partes de carros.
4.2. Acondicionamiento de canal perimetral para manejo y control de aguas lluvias y/o de escorrentía que puedan ser contaminadas. (ver numeral **5.5.5.1**).
4.3. Los residuos de materiales metálicos serán retirados de manera manual y mecánica, el cual se realizará por medio de personal debidamente capacitado para la actividad, el personal empleará palas para extraer el suelo y facilitar el retiro de residuos del área. Cabe resaltar que los residuos se encuentran de manera superficial, por lo cual no se realizara una tala de árboles para su remoción.
4.4. Almacenamiento temporal de los residuos en la zona de acopio temporal teniendo en cuenta si es chatarra o residuos que puedan generar lixiviados los cuales debidamente estar contenidos en bolsas o geomembranas (dependiendo su volumen o peso) diferenciados por tipo de residuo y su separación respectiva, teniendo cuenta el código de colores y clasificación que se describe en el numeral **5.8.5.**
4.5. Transporte de residuos
  4.5.1. El transporte terrestre de los residuos contenidos en las bolsas o geomembranas será por medio de vehículos cerrados y herméticos para evitar posibles derrames de lixiviados en las vías, desde el sitio S0104 (Botadero Km 2) hasta los contenedores de carga (con o sin sistema de rodillos) ubicados en el desembarcadero Nuevo Andoas. Es importante aclarar que el transporte terrestre de los residuos debe dar cumplimiento a los requerimientos de la normatividad vigente para el transporte de los residuos peligrosos (ver numeral **5.7.5.3.2**). Los residuos de chatarra se podrán movilizar en las volquetas. El despacho de los residuos deberá realizarse con una frecuencia adecuada dada la cantidad removida.
  4.5.2. El desembarcadero debe estar acondicionado con una plataforma de concreto y una pluma-grúa para la ubicación y traslado de los contenedores a la embarcación. Estos contenedores almacenarán temporalmente los residuos, debidamente identificados y separados por su clasificación, los cuales para su movilización por ser cerrados evitarán el derrame de lixiviados. Estos contenderes podrán contar con el sistema roll-on o rodillos para cargarse a la unidad de transporte terrestre.
  4.5.3. En el desembarcadero se realiza el pesaje de la carga de residuos en la báscula volquetera móvil que lleve residuos de chatarra, así como también de los contenedores.
  4.5.4. El transporte vía Fluvial de los residuos, se realizará por medio de una embarcación tipo planchón la cual moviliza debidamente asegurados los contenedores con los residuos y la chatarra, desde Nuevo Andoas hasta Yurimaguas; este tramo se realiza a través del rio Pastaza hasta la desembocadura del rio Marañón y posteriormente al rio Huallaga hasta el desembarcadero Yurimaguas.
  4.5.5. En el desembarcadero de Yurimaguas los contenedores serán descargados de la embarcación con ayuda de una pluma-grúa para cargar las unidades de tractocamiones que los movilizarán vía terrestre.
  4.5.6. El transporte terrestre de los residuos se realiza por medio de vehículos cerrados y herméticos para evitar posibles derrames de lixiviados en las vías, desde Yurimaguas hasta Lima. Es importante aclarar que el transporte terrestre de los residuos debe dar cumplimiento a los requerimientos de la normatividad vigente para el transporte de los residuos peligrosos (ver numeral **5.7.5.3.2**).

5. Fase 5: Cierre y Abandono

5.1. Cubrimiento de la capa del suelo expuesta con geomembrana para evitar contaminación cruzada por las precipitaciones y con cobertura vegetal no contaminada (viva o muerta), para impedir el impacto de la lluvia y controlar el escurrimiento del agua (erosión hídrica). Transporte del material contaminado a la zona de acopio, que posteriormente será llevado a la zona de tratamiento.
5.2. Disposición final de los residuos en el relleno.
5.3. Movimiento de tierras para reconformación y nivelación del terreno.
5.4. Estabilización del terreno en zonas donde existen pendientes (si aplica).
5.5. Adquisición de las especies vegetales y reforestación de la zona, proceso de revegetación.
5.6. Desmantelamiento del campamento instalado.
5.7. Transporte de los equipamientos, y mano de obra. 6.4.3 Mapas de la Zonas a Intervenir con las acciones de rehabilitación

Consideraciones Importantes para las Actividades Relacionadas en el Sitio S0104 (Botadero Km 2)

- Actividades Previas

Previamente al desarrollo de las actividades relacionadas con la remoción de la cobertura vegetal y el descapote, el personal técnico responsable del proyecto conjuntamente con el contratista encargado, deberá realizar la delimitación del área que será intervenida y verificar el cumplimiento de distancias mínimas a cuerpos de agua (si aplica).

- Capacitación al Personal Responsable de las Actividades

Previo a las labores de desbosque y descapote es necesario realizar una capacitación al personal responsable de la actividad con registros de actas de asistencia, que permita identificar y orientar las actividades a realizar en campo minimizando el impacto causado a los recursos y de las medidas de seguridad a seguir.

- Descapote

Antes de iniciar las labores de descapote, en el caso de observar la presencia de éstos o de otros animales, se les ahuyentará y/o relocalizará, y por ningún motivo se debe permitir su captura. El descapote es una de las primeras actividades que se deben realizar en la fase de ejecución con equipos apropiados (Buldócer) que permitan retirar primero la capa superficial. Se sugiere realizar los cortes a la profundidad promedio del horizonte orgánico del suelo y de forma simétrica, de manera que permita la disposición y posterior utilización en la revegetación del área.

Se debe localizar y replantear las obras a realizar de acuerdo a la proyección que se realice en la ingeniería de detalle; esto con el fin de determinar y delimitar solo las áreas que requerirán ser descubiertas y evitar afectaciones innecesarias, así como la generación de focos de erosión.

Es importante tener especial cuidado con el descapote y en general con los primeros movimientos de tierra, para evitar daño de animales con hábitos cavadores, que pudieran encontrarse en los sitios de intervención y permitir que estos se alejen, sin que salgan lastimados. Es así, que el material se debe almacenar en la zona de disposición del material vegetal (Zona de acopio proyectada).

Una vez dispuesto el suelo, se sugiere llevar a cabo las siguientes labores:

- Cubrir el montículo con el material del desbroce (material picado, de hojas y ramas), con el objeto de dejar los materiales más finos en la parte interna, preservándolos de cualquier evento.
- Colocar como cobertura al montículo una tela de geotextil o material similar, para proteger el suelo de las máximas precipitaciones y exposiciones solares intensas y posible lavado de

nutrientes. Además, el depósito podría ser confinado con una corona de saco-suelo, con el objetivo de conservar o mejorar las condiciones del suelo, mientras se dispone nuevamente.

Este material puede ser empleado en la fase de recuperación. En caso de ser necesario, el transporte del material de descapote se sugiere realizar con volquetas con lona impermeable para cubrir la tolva, aclarando que estos vehículos deben cumplir con las medidas propuestas para el control de calidad del aire y mantenimiento de maquinaria y equipo.

- Remoción de la Cobertura Vegetal Arbórea y Arbustiva

- Limpieza previa del área: Antes de proceder con la tala de los árboles contando con la autorización previa para la tala de árboles emitida por la autoridad competente; se debe realizar la limpieza del material vegetal de menor porte que pueda obstruir o incomodar las labores de apeo. La limpieza debe efectuarse en un radio de dos (2) metros a la redonda del árbol a apear.

- Marcado de los árboles: Para garantizar que solamente van a ser talados los árboles al interior de las áreas a intervenir, se requiere que las áreas de aprovechamiento se encuentren materializas en campo con estacas a una altura mínima de 70 cm, enterradas cada 50 m. Antes de realizar la fase de aprovechamiento forestal se requiere hacer el traslado de las especies en veda, para tal fin se debe seguir el siguiente procedimiento:

  - Selección de árboles: Identificación de individuos (árboles) para rescate de epífitas en peligro crítico en veda o aquellas que no se encuentren registradas dentro del inventario nacional o que se cataloguen como posibles especies no identificadas.
  - Liberación de lianas: Previo al aprovechamiento de los individuos seleccionados, el personal encargado de dicha actividad deberá asegurarse que estos individuos se encuentren libres de lianas o bejucos, pues dificultan la orientación de caída del árbol a talar en la medida que puede quedar enganchado o colgado sobre otros árboles, una situación que origina la tumba de árboles vecinos que no son objeto de aprovechamiento y pone en peligro la vegetación. De igual manera, cuando el árbol cae, las lianas se rompen y actúan como látigos que golpean con fuerza hacia los lados, lo que aumenta el riesgo de accidentes para los trabajadores.
  - Se requiere definir la dirección de la caída de los árboles, teniendo en cuenta la mínima afectación a la vegetación que no debe ser intervenida, específicamente, a otros árboles o arbustos, así como a la regeneración natural que pueda encontrarse en sectores aledaños y que no hacen parte del corredor a intervenir.
  - Tumba direccionada de los individuos: Esta actividad contempla el retiro total de los individuos previamente seleccionados y marcados en las áreas proyectadas a intervenir, mediante el uso de motosierra, aplicando técnicas de apeo con caída direccionada hacia él un área libre de otros individuos arbóreos, utilizando las medidas de seguridad apropiadas, con el fin de evitar accidentes en las labores y afectar la vegetación y demás recursos naturales cercanos al área de interés.

5.6.2.1.2. Bioestimulación enzimática + Solidificación ex situ

A continuación, se listan las acciones que se deben realizar antes, durante y después de la implementación de la técnica de remediación mencionada, con el propósito de cumplir con el objetivo de remediación, manteniendo las condiciones óptimas del suelo de acuerdo a sus requerimientos de funcionamiento, las cuales se presentan en fases:

1. Fase 1: Aspectos Logísticos y de Selección de Personal

1.1. Selección y habilitación del personal calificado que va a ser parte del proyecto de remediación.
1.2. Gestión de los permisos ambientales para la captación de agua (Ley De Recursos Hídricos-Ley Nº 29338). Siguiendo los lineamientos del Plan de Desbosque y Revegetación que se describe en el numeral **5.7.9.**

1.3. Logística para llevar a cabo los ensayos del control de la técnica de remediación a implementar.

1.4. Selección y adquisición de los insumos requeridos para el tratamiento del suelo y del equipamiento requerido para la excavación, movimiento y carga de los materiales en la zona de tratamiento.

1.4.1. Adquisición de equipamiento requerido el cual se describe en el numeral **5.6.3.**

1.4.2. Adquisición de los insumos/productos[68] requeridos para la aplicación de la técnica:

- **Desengrasante:** Producto encargado de romper las cadenas de los hidrocarburos y quelar los metales pesados, llevándolos a un estado de asociación que impiden su toxicidad.
- **Emulsificante:** Es un producto orgánico que permite emulsionar aceite en agua y permitir un mejor contacto entre el suelo, el hidrocarburo y la bacteria, y, por ende, el proceso de degradación.
- **Modificador de arcillas**: Es un surfactante que le da a las arcillas una textura arenosa, mejorando las propiedades físicas de los suelos al usarse como dilución.
- **Aditivos Enzimáticos:** Producto con nutrientes mejoradores que se encargan de incrementar el número de bacterias nativas del suelo. Este producto se encuentra constituido por una mezcla de plantas más polisacáridos, enzimas, vitaminas, hormonas y ácidos húmicos.
- **Regulador de pH:** su función principal es aumentar el pH del suelo ya que por lo general los procesos de biorremediación generan que el pH del suelo baje por la aparición de sulfatos (SO_3 y SO_4). El uso de este insumo permite garantizar las condiciones necesarias de pH para el crecimiento de los microorganismos nativos en el suelo.
- **Cemento Portland:** Cemento portland Tipo V, que cumpla con la norma Técnica Peruana (NTP) 334.009 y la Norma Técnica Americana ASTM C-150. Este cemento se usa generalmente para el contacto con suelos ácidos y/o aguas subterráneas, exposición severa de sulfatos solubles de agua (del orden de 1,500 a 10,000 ppm). También es usado en obras expuestas a la acción de aguas marinas, sobre suelos salinos y húmedos que deberán soportar ciertos ataques químicos.
- **Cal:** Este insumo se emplea para reducir la humedad en el suelo a tratar, acondicionar el pH así como para volver más manejable el suelo arcilloso.

1.5. Selección, capacitación y habilitación del personal local. (Comunidad Nativa Nuevo Porvenir).

2. Fase 2: Transporte e Instalación de Personal, Maquinaría, Productos y Equipos para el Desarrollo de las Actividades De Remediación en la Zona De Tratamiento.

2.1. Transporte de maquinaria, insumos y mano de obra especializada por vía aérea, terrestre y fluvial, según corresponda.

- Lima – Iquitos – Nauta – San Lorenzo – Nuevo Andoas.
- Lima-Iquitos: La duración del vuelo es de 2 horas.
- Iquitos – Nauta: Iquitos está interconectada con Nauta por una vía asfaltada, la distancia es de 101 km.
- Nauta – San Lorenzo: A través del río Marañón se puede viajar en embarcaciones que cubren esa ruta en 12 horas (aproximadamente), el río Marañón es navegable en todas las épocas del año.
- San Lorenzo – Nuevo Andoas: Este tramo se realiza a través del río Marañón, hasta la confluencia con el río Pastaza y luego se navega a través del río Pastaza. Las embarcaciones emplean 12 horas (aproximadamente). El río Pastaza es navegable dependiendo de la estacionalidad, en época seca (menos húmeda) el caudal del río decrece significativamente, restringiendo la navegabilidad para botes y embarcaciones de gran calado.
- Lima – Tarapoto – Yurimaguas – San Lorenzo.

[68] Deberá realizarse una evaluación previa sobre los productos a usar para asegurar el rendimiento y efectividad de los mismos, esto con ensayos previos al inicio de la aplicación de las técnicas.

- Lima – Tarapoto: diariamente hay vuelos comerciales desde Lima a Tarapoto, la duración del vuelo es de 1,25 horas.
- Tarapoto – Yurimaguas: Tarapoto está interconectada con Yurimaguas por una vía asfaltada, la distancia es de 130 km.
- Yurimaguas – San Lorenzo: Empresas aéreas regionales cubren la ruta Yurimaguas – San Lorenzo. La duración del vuelo es de 40 minutos.
- San Lorenzo – Nuevo Andoas: Este recorrido se realiza vía fluvial.
- Lima – Nuevo Andoas.

La empresa Operadora del Lote 192, cubre la ruta Lima – Nuevo Andoas, en vuelos asignados exclusivamente a sus trabajadores y a personas de las comunidades Nativas.

2.2. El transporte y movilización de la maquinaria, equipos e insumos que no se puedan contratar o comprar en Nuevo Andoas se realizará desde Lima, a través de la siguiente ruta:

- Lima – Yurimaguas: La distancia entre estas dos ciudades es de 1097 km, la carretera es asfaltada.
- Yurimaguas – Nuevo Andoas: Este tramo se realiza a través del río Huallaga hasta su desembocadura en el río Marañón, se navega a través del río Marañón hasta la desembocadura del río Pastaza y posteriormente a través del río Pastaza. El río que según la estacionalidad presenta restricciones para el transporte de embarcaciones de gran calado es el río Pastaza.

En la **Figura 5-15**, se identifican las actividades que se deben llevar a cabo antes de la aplicación de la tecnología de remediación. En ella se especifica las actividades que se describen en la Fase 3.

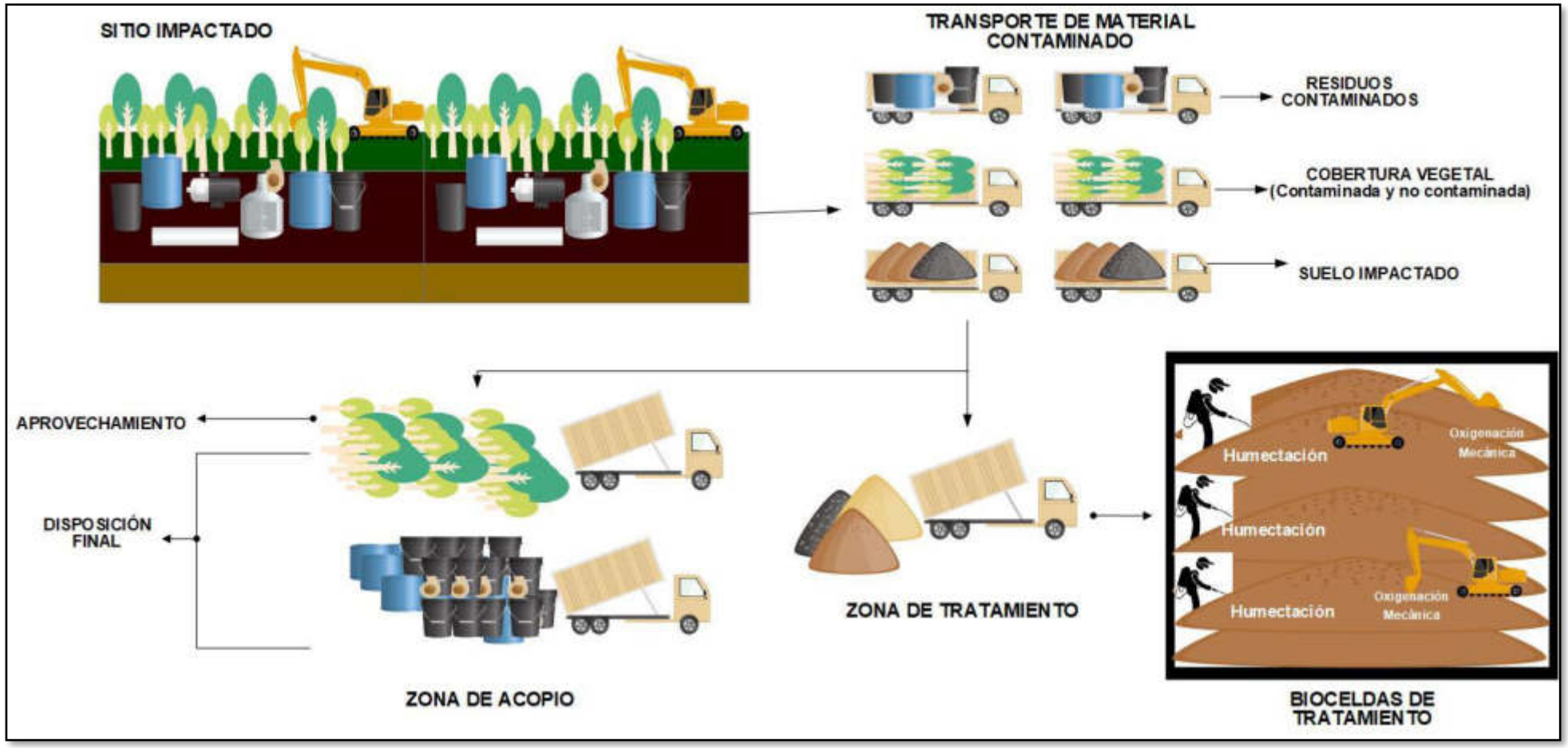


Figura 5-15. Actividades antes de la Aplicación de las Técnicas de Bioestimulación Enzimática + Solidificación
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

000460

3. Fase 3: Reconocimiento y Adecuación de la Zona de Remediación

3.1. Preparación del terreno donde se desarrollaran los trabajos de remediación, para ello se debe realizar el reconocimiento del terreno y su verificación de las características de drenaje, delimitación y señalización, así como las necesidades de impermeabilización, limpieza y desmonte.
3.2. Delimitación e instalación del área de acopio y las dos (2) áreas de tratamiento (área de solidificación y zonas de tratamiento por Bioestimulación Enzimática).
3.3. Despeje y retiro de material vegetal del área; se debe verificar si el material vegetal presenta algún tipo de contaminación o está limpio, la finalidad es disponer de manera adecuada el material contaminado o considerarlo como material vegetal de aprovechamiento para la revegetación o como cubrimiento de la zona donde fue retirado para prevenir la erosión hídrica.
3.4. Recibo y registro del material afectado y su posterior ubicación y distribución dentro del área de acopio y tratamiento. (Ver **Figura 5-14**)
3.5. Extracción de los sedimentos que se encuentran en los cuerpos lenticos con la metodología descrita en el numeral **5.5.5.2**, los costos se describen en el numeral **5.6.3**
3.6. Instalación de la geomembrana en la zona de acopio donde se van a ubicar el material vegetal recolectado y el suelo excavado del sitio impactado, con el fin de evitar que los probables lixiviados puedan afectar el suelo en caso de que caiga excesiva lluvia de manera accidental.
3.7. Instalación del vivero: se debe tener en cuenta que se deben cultivar especies vegetales características de la zona (Ver numeral 5.7.9.4.1)
3.8. Instalación de un laboratorio portátil en el campamento base: servirá para realizar análisis y monitorear los principales parámetros de la técnica de remediación: cantidad de microorganismos nativos (presentes en el suelo) durante el tratamiento de bioestimulación enzimática, test kit para medir el TPH por colorimetría, características del suelo (humedad, pH), además servirá para la conservación y el almacenamiento de las muestras y de los equipos de campo.

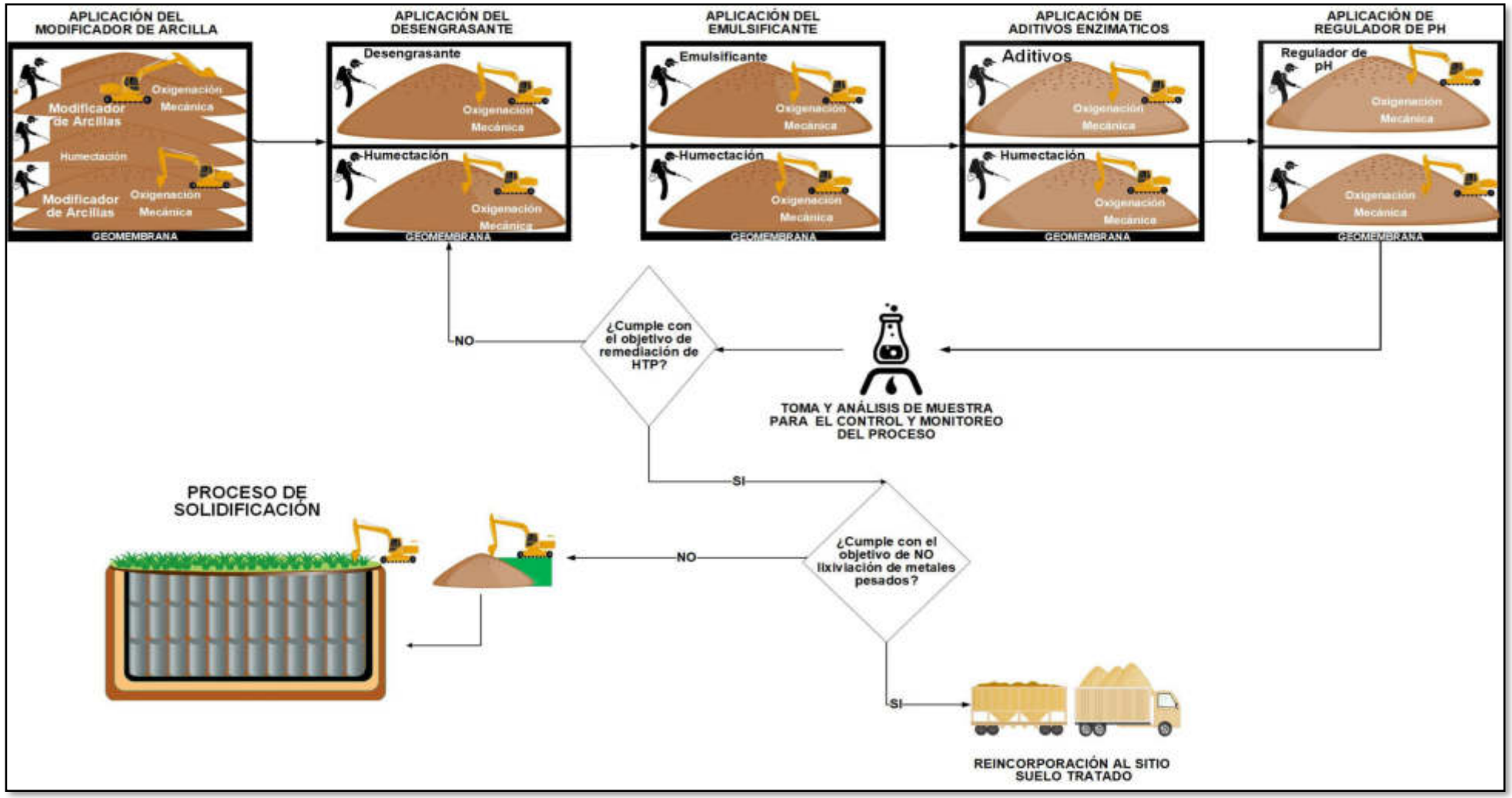


Figura 5-16. Operaciones durante la Aplicación de la Técnica de Bioestimulación Enzimática + Solidificación
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

000462

4. Fase 4: Construcción y Adecuación de las Celdas de Tratamiento para Bioestimulación enzimática

4.1. De ser necesario se debe realizar la gestión del permiso ambiental para el desbosque de la zona de tratamiento *ex situ*, mencionado en Ley Forestal y de Fauna Silvestre (Ley Nº 29763) y su reglamento (D.S. Nº 018-2015-MINAGRI), y en el D.S. N° 018-2015-MINAGRI que aprueba el Reglamento para la Gestión Forestal. Siguiendo los lineamientos del Plan de Desbosque y Revegetación que se describe en el numeral **5.7.9**.

4.2. Excavación del material para la construcción de las celdas de tratamiento (bioceldas); la construcción de las celdas de tratamiento debe iniciar con el excavado superficial del suelo en el área destinada para este fin. El suelo excavado debe ser usado para la construcción de los diques laterales de cada biocelda.

4.3. Construcción de dos (2) zonas de tratamiento:

- **Zona de tratamiento 1 (Suelos):** Con dimensiones de 40 m (largo) x 80 m (ancho) x 0,5 m (altura de dique perimetral) x 0,5 m (Profundidad). (Ver **Figura 5-17**).
- **Zona de tratamiento 2 (Sedimentos):** Con dimensiones de 5 m (largo) x 5 m (ancho) x 0,5 m (Profundidad). (Ver **Figura 5-18**).

En la **Fotografía 5-1**, se observan como deberán estar construidas las zonas de Tratamiento. Se sugiere utilizar el mismo material excavado (material de suelo nativo[69]) de la zona de tratamiento para la construcción de los diques de las bioceldas; éstas celdas deberán contar con sistemas de drenaje para el manejo de aguas de lluvia.

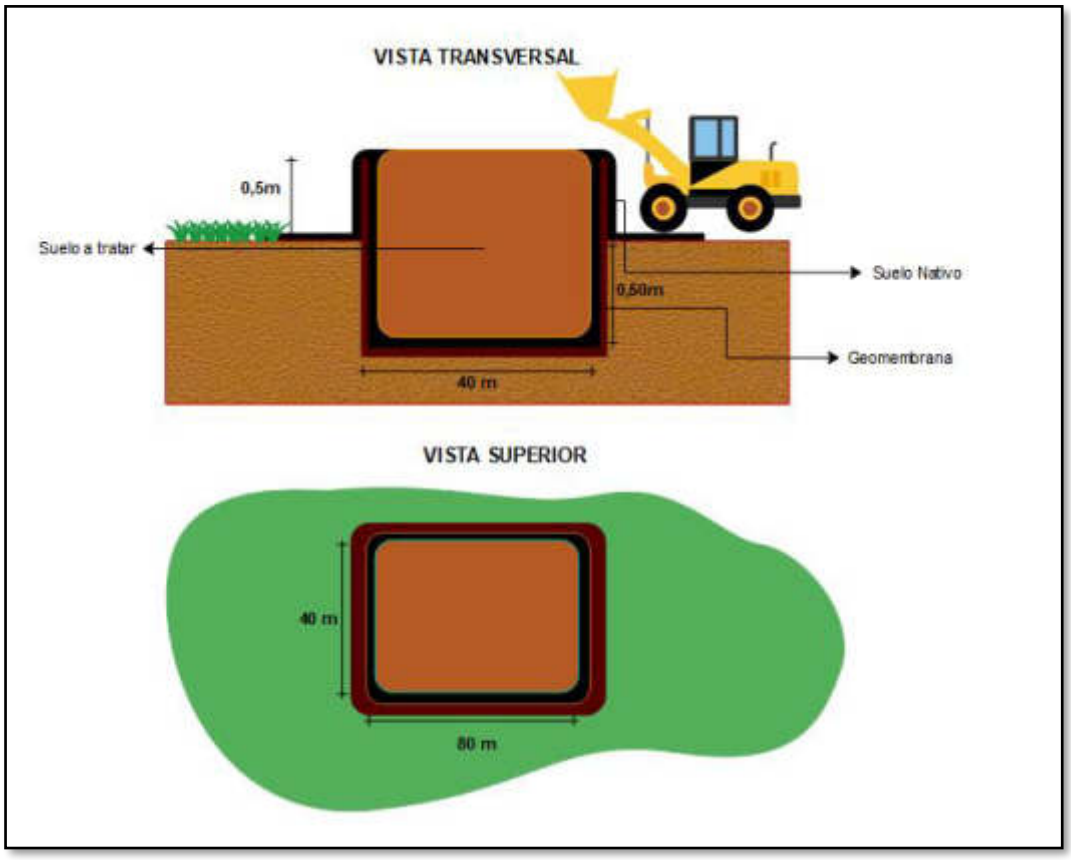


Figura 5-17. Zona de Tratamiento para el Tratamiento del Suelo
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

[69] El suelo se utiliza para construir diques de contención, para evitar que el suelo afectado tenga contacto con suelo que no fue afectado. Además, sostiene la geomembrana en las zonas perimetrales; al finalizar las actividades de remediación, este suelo se debe incorporar en su sitio de origen.

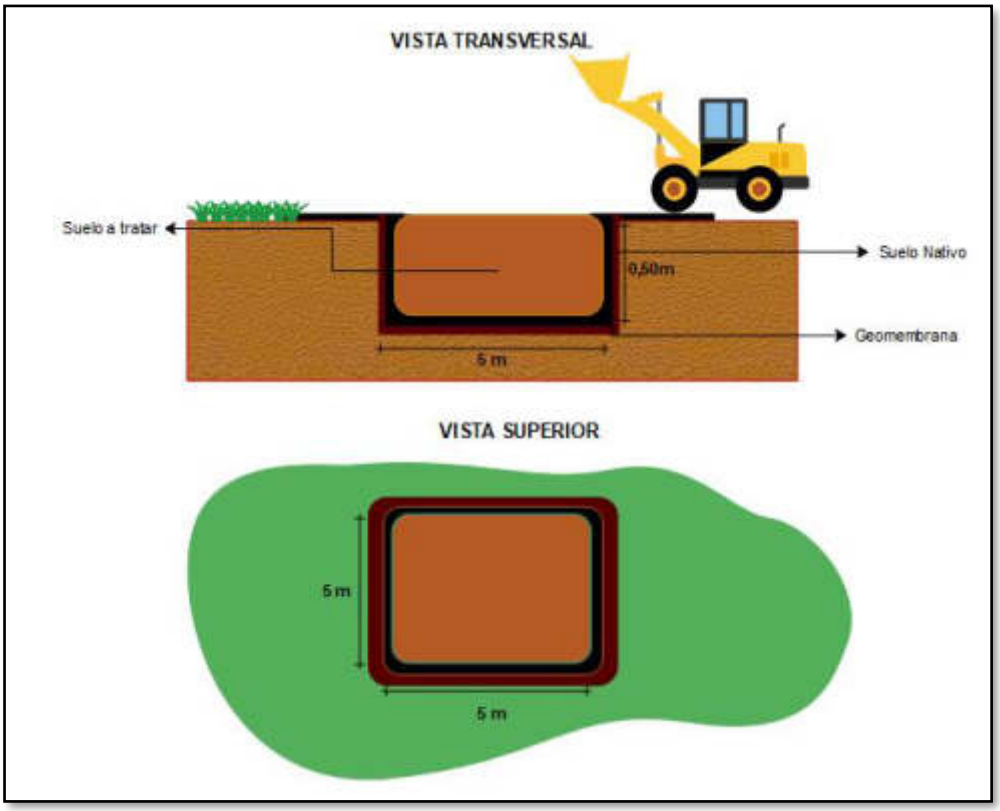


Figura 5-18. Zona de Tratamiento para el Tratamiento de Sedimentos
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Fotografía 5-1. Construcción de Zonas de Tratamiento
Fuente: Varichem de Colombia G.E.P.S.

4.4. Instalación de la geomembrana en las celdas de tratamiento (impermeabilización) en el suelo, la finalidad es evitar el contacto de suelo contaminado con suelo limpio, también evitará que los lixiviados generados durante el proceso de tratamiento se derramen al suelo y lo contaminen.

4.5. Construcción de las canaletas, para la recolección y posterior tratamiento de los lixiviados que genere el proceso de remediación.

5. Fase 5: Excavación, Transporte y Descarga del Suelo Contaminado en la Zona de Tratamiento

5.1. Excavación del suelo contaminado al cual se le realizará tratamiento –*on site*- . La excavación se debe realizar teniendo en cuenta las profundidades determinadas según los contaminantes de preocupación; el tiempo estimado de excavación se detalla en el **Anexo 6.11.10.** Anexo 1. Cronograma del Plan de Rehabilitación).
5.2. Cubrimiento de la capa del suelo expuesta con geomembrana y con cobertura vegetal no contaminada (retirada durante el proceso de desbosque), para evitar escorrentía y erosión hídrica durante las precipitaciones pluviales y la contaminación de áreas limpias. La cantidad de geomembrana a utilizar se detalla en el **Anexo 6.11.10.** (Anexo 3. Costos Técnicas Seleccionadas). La disposición de la geomembrana que resulte contaminada deberá ser en el relleno sanitario de seguridad en Lima.
5.3. Transporte y descarga del suelo contaminado en la zona de tratamiento (bioceldas).
5.4. Recibo, registro, ubicación y distribución del suelo contaminado dentro del área de tratamiento.
5.5. Homogenización del suelo contaminado a través de un tractor o una retroexcavadora, con la finalidad de que la concentración del contaminante de interés sea la misma en toda el área de la celda de tratamiento.

6. Fase 6: Implementación de la Técnica de Remediación de Bioestimulación Enzimática

6.1. Toma de muestra compuesta para medición de los parámetros *ex situ* (HTP y UFC).
6.2. Medición de parámetros fisicoquímicos *in situ* (humedad, pH, porcentaje de oxígeno y temperatura) del suelo a tratar.
6.3. Humectación del suelo contaminado.
6.4. Aplicación de los insumos en el siguiente orden; cabe mencionar que los insumos no deben mezclarse para su aplicación:
- Modificador de Arcillas
- Desengrasante
- Emulsificante
- Aditivos Enzimáticos
- Regulador de pH[70]

6.5. Oxigenación mecánica del suelo contaminado como se observa en la **Fotografía 5-2.**

[70] Dado que el pH del suelo puede variar en diferentes etapas durante la implementación de la técnica, es necesario que este se monitoree y se identifique la etapa adecuada para la regulación del mismo.

Fotografía 5-2. Oxigenación mecánica de la biocelda.
Fuente: Varichem de Colombia G.E.P.S.

6.6. Toma de muestras intermedias para verificación del tratamiento. (HTP y UFC).
6.7. Una vez finalizado el proceso de remediación, se debe realizar la toma de muestras finales: (TCLP e hidrocarburos para el área con contaminación mixta e hidrocarburos (fracciones F2) en el área con contaminación con hidrocarburos).
6.8. Si en la zona mixta las concentraciones de TCLP son mayores a las establecidas en la normatividad adoptada, se debe iniciar con la aplicación de la técnica de solidificación *ex situ – on site*.

7. Fase 7: Implementación de la Técnica de Solidificación *ex situ – on site*

La implementación de esta técnica se debe realizar a los suelos que presentaron contaminación mixta, estos suelos deben haber sido previamente tratados con la técnica de bioestimulación enzimática y haber reducido sus concentraciones de fracciones de hidrocarburos hasta las concentraciones objetivo. Esta técnica permitirá inmovilizar los metales (Cadmio y Plomo) del suelo contaminado del sitio.

7.1. Instalación del tamiz vibratorio para separar el material fino y los terrones de suelo contaminado.
7.2. Instalación de la trituradora
7.3. Instalación de dos (2) bandas transportadoras, las cuales deben conducir el material contaminado al camión mezclado o concretero.
7.4. Excavación del material contaminado que presenta contaminación por Cadmio (Cd) y Plomo (Pb); el tiempo estimado de excavación se detalla en el **Anexo 6.11.10.** (1. Cronograma del Plan de Rehabilitación). Esta actividad se desarrolla mediante un tractor o excavadora y con el apoyo de operaciones manuales.
7.5. Recubrimiento de la capa del suelo expuesta con geomembrana para evitar contaminación cruzada por las precipitaciones y con cobertura vegetal no contaminada (viva o muerta), para impedir el impacto de la lluvia y controlar el escurrimiento del agua (erosión hídrica). La cantidad de geomembrana a utilizar se detalla en el **Anexo 6.11.10** (3. Costos Técnicas Seleccionadas) y, la geomembrana contaminada deberá ser dispuesta en celdas de seguridad (en el relleno de seguridad).

7.6. Selección del material contaminado: retiro o eliminación de la fracción de gran tamaño del material contaminado (la fracción de gran tamaño consiste en concreto, troncos de árboles, ramas o raíces, entre otros).
7.7. Homogenización y secado del material contaminado; éste proceso se recomienda realizar por medio de lechos de secado, en donde se deberá prevenir la filtración de las aguas lluvia para evitar fallas en el proceso, apoyado de operaciones manuales y a través de un tractor o una retroexcavadora, con el fin de homogenizar la concentración del contaminante de interés; el secado del suelo se realiza para que la operación de cribado se pueda llevar a cabo. (Esta operación se debe realizar en la zona de tratamiento la cual tendrá que estar techada, para evitar incremento de la humedad del material contaminado por efecto de las precipitaciones).
7.8. Separación y trituración del material contaminado: separación del material fino y de los terrones del suelo mediante el tamiz vibratorio (cribado). El material rechazado del tamizado, se reduce de tamaño mediante trituración para dar inicio a las actividades de mezcla.
7.9. Actividad de mezclado: el material contaminado proveniente de la etapa de separación y trituración, se debe dosificar y mezclar con los insumos: agua y el cemento Portland. Esta mezcla se debe realizar en un camión mezclador o concretero.
7.10. Colección de probetas con la mezcla final para desarrollar ensayos de las características del concreto. (prueba de compresión) y ensayo de metales por TCLP.
7.11. Colocación del concreto: esta actividad se realiza mediante la descarga directa del mezclador, en la zona de tratamiento que deberá estar impermeabilizada mediante geomembrana. Cabe mencionar, que la mezcla final de concreto presentará mayor volumen en comparación al suelo removido; es por ello, que en el sitio se debe aprovechar la pendiente, para la colocación de la mezcla final y la nivelación del terreno.
7.12. Impermeabilización: Al finalizar las actividades de colocación y llenado del concreto, después del fraguado; se debe impermeabilizar la estructura por medio de geomembrana.
7.13. Recubrimiento: Después de la impermeabilización, para proteger la estructura donde se encuentra la mezcla; se debe recubrir con suelo nativo, en la parte superficial se debe colocar una capa orgánica (*top soil*), el cual va a funcionar como sustrato para la recuperación del sitio.
7.14. Se debe considerar que en el sitio se encontraron excavaciones empleadas como pozas, estas áreas deben ser niveladas, estabilizadas y recubiertas de forma similar al numeral anterior.
7.15. Construcción de la estructura para confinar el material solidificado.
    7.15.1. La estructura en donde se realizará el confinamiento del suelo estabilizado-solidificado, se impermeabilizará con una geomembrana HDPE, la impermeabilización se realizará con el fin de prevenir que el concreto sea afectado por la humedad y los compuestos naturales presentes en el suelo como por ejemplo los sulfatados. Los taludes al igual que el suelo sobre el cual se colocará la geomembrana deberán estar constituidos por material arcilloso compacto a manera de protección complementaria ante la probabilidad que por factores externos y no previstos se presente la movilización de los metales pesados.
7.16. Se debe determinar las propiedades de la mezcla suelo-cemento y del concreto de acuerdo a las pruebas y ensayos piloto propuestos en el numeral **5.5.5.1**

En la **Figura 5-19**, se identifican las actividades que se deben llevar a cabo para la técnica de solidificación *ex situ – on site*.

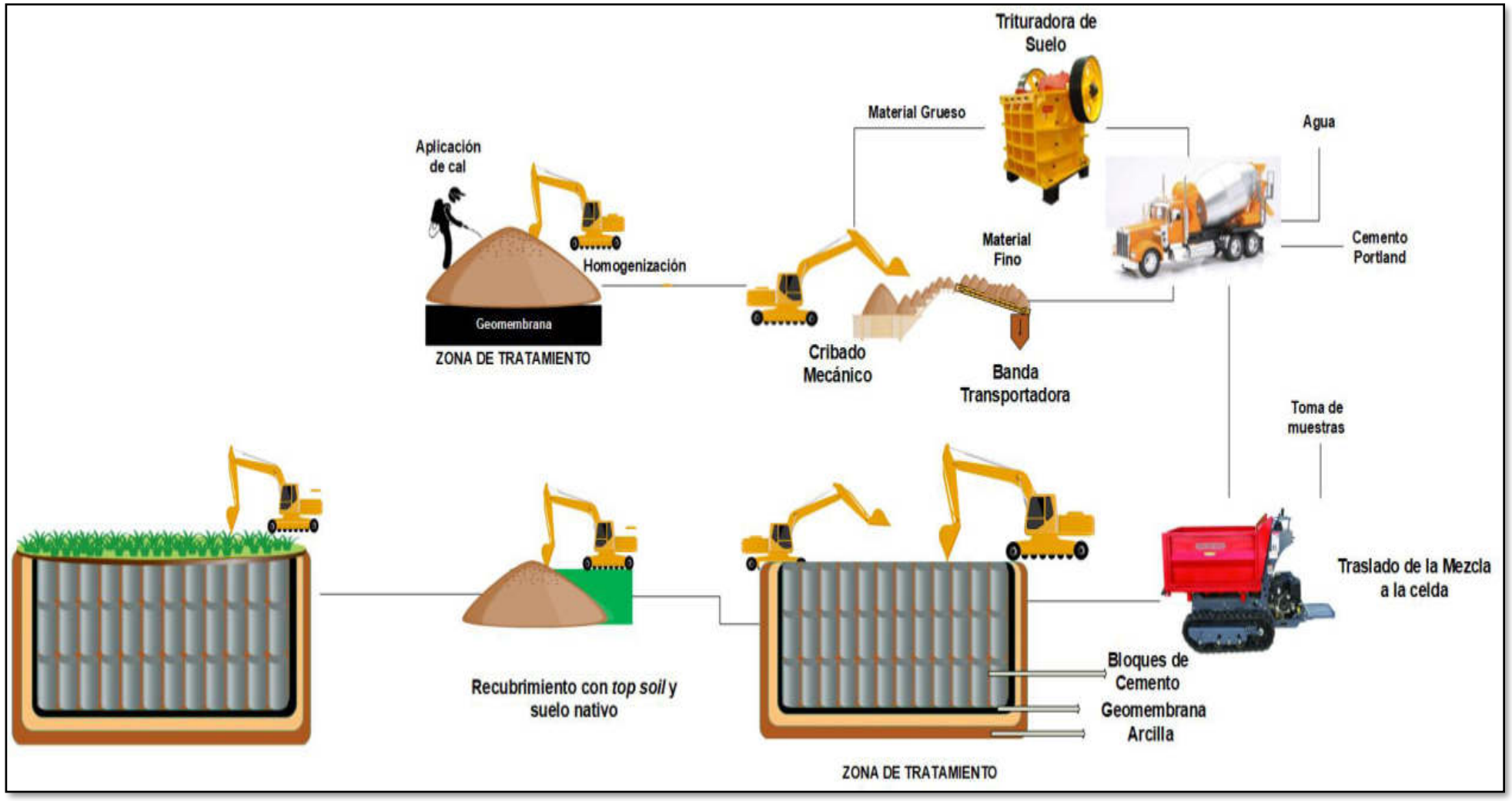


Figura 5-19. Operaciones durante la Aplicación de la Técnica de Solidificación *ex situ – on site*
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

000468

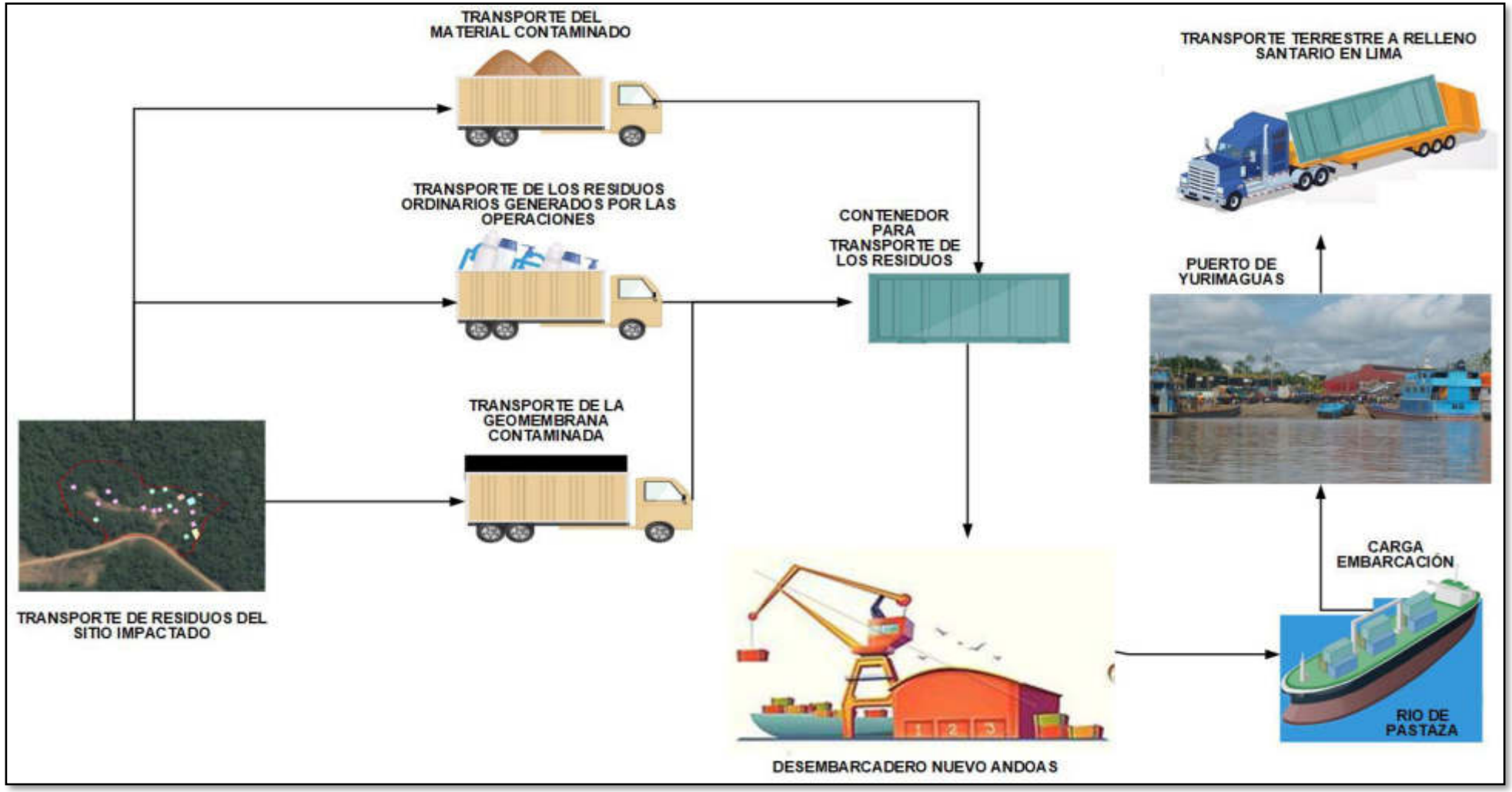


Figura 5-20. Operaciones durante la Aplicación de la Técnica de Bioestimulación enzimática + Solidificación *ex situ*
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

000469

8. Fase 8: Finalización de la Técnica de Remediación y Acciones de Revegetación

8.1. Ejecución del plan de muestreo de comprobación para las técnicas de Bioestimulación enzimática y Solidificación (*ex situ*), cabe resaltar que para la técnica de Solidificación (*Ex situ*), el muestreo de comprobación se realizará en las paredes del área excavada donde se desarrollará la técnica de solidificación.

8.2. Retiro, recolección, transporte y disposición final de las geomembranas usadas durante la remediación. Si la geomembrana resulta contaminada con HTP o metales pesados, se debe considerar su disposición en un relleno de seguridad (de existir en la zona se deben disponer allí, de no existir en la zona deben ser transportados hasta Lima).

8.3. Transporte de una parte del suelo limpio hacía el vivero para el cultivo de las especies vegetales, que después deberán ser llevadas a la zona de restauración forestal. Las actividades de reforestación que se describen a continuación parten del establecimiento del vivero con la definición de las especies vegetales nativas de la zona del sitio impactado. (Las plantas vegetales deben estar contenidas en bolsas (envases) de 3 kilos).

8.3.1. Adquirir las especies vegetales características de la zona las cuales deben ser utilizadas como bioindicador para el uso futuro del suelo, mediante el proceso de regeneración asistida.

8.3.2. Definir un terreno plano y con buen drenaje, cerca de una fuente de agua para el riego de las plantas y el lavado de las herramientas de trabajo. Debe localizarse cerca de una vía de acceso, con el fin de facilitar el ingreso y la salida de las plantas, insumos y materiales.

8.3.3. Instalar el vivero en el terreno definido.

8.3.4. Definir e instalar otras áreas como el almacén, el reservorio de agua, el depósito de tierra y la zona de cargue y descargue. El vivero hace referencia a la implementación de áreas de germinación.

8.3.5. Aplicar al suelo sustratos utilizados de origen orgánico tales como aserrín y compost; también otros sustratos de origen inorgánico como arena.

- La mezcla que será utilizada en los semilleros o germinadores deberá tener una relación 1:3, es decir, una carretilla de materia orgánica o compost por tres de área o tierra.
- La mezcla que será utilizada en los envases (bolsas) deberá tener una relación de 1:2. Adicionalmente se puede agregar hasta 300 gramos de fertilizante triple (nitrógeno+ fosforo + potasio).

8.3.6. Tamizar la mezcla antes de usarla, para eliminar raíces, terrones y otros elementos extraños.

8.3.7. Para la siembra de las semillas de las especies vegetales se debe tener en cuenta el tamaño; si las semillas son pequeñas la siembra deberá ser al voleo; si son medianas por surcos separados de 2 a 5 cm; y cuando son grandes en hoyos individuales o directamente en el suelo.

8.3.8. El manejo de las plantas en el semillero debe ser:

- **Riego:** Dos veces al día, preferiblemente en las horas de la mañana y al atardecer. El volumen de agua a aplicar por riego debe ser aproximadamente de 3 a 5 litros por cada metro cuadrado de semillero.
- **Fertilización:** Aplicando de 2 a 5 gramos del fertilizante triple 15, cada 2 meses.
- **Sombramiento:** Proporcionar sombra los primeros 30 días de desarrollo de las plántulas en el semillero y luego al momento del trasplante.
- **Desmalezado:** Dentro del semillero, en forma manual, una vez por semana y en los pasillos, una vez al mes, con herramienta manual.
- **Control de plagas y enfermedades**: Contra daños físicos ocasionado principalmente por hongos e insectos. Durante la germinación son muy comunes las enfermedades que atacan el cuello de la raíz, causado por exceso de humedad y por falta de aireación en el sustrato. Esto se previene con una buena ubicación del semillero y adecuada preparación y desinfección del sustrato.

8.3.9. Trasplantar las semillas a los envases: llevar las plántulas desde los semilleros hasta las bolsas (envases) de 3 kg cuando las plántulas tengan 4 nudos y de 7 a 10 centímetros de altura.
8.3.10. Disminuir la frecuencia de los riesgos dos meses antes de que la plantas alcancen el tamaño de campo, y también eliminar de forma gradual la fertilización.
8.3.11. Pasar las plantas del envase a campo cuando la planta vegetal cumplan con las siguientes características: 1 – 1,5 metros de altura, grosor del tallo de 2 centímetros; abundantes raíces e hijas; parte aérea y raíces equilibradas.

9. Fase 9: Cierre y Desmantelamiento del Campamento Base y de la Zona de Tratamiento

9.1. Desmantelamiento de las celdas de tratamiento (construidas para la aplicación de las técnicas).
9.2. Recolección, transporte y disposición (por parte de la empresa operadora de residuos sólidos (EO-RS)) del material contaminado como los insumos, los residuos generales y los residuos peligrosos generados. Se llevarán al Relleno Sanitario Portillo Grande, el cual tiene un área de 307 ha, está ubicado a la altura del kilómetro 40 de la antigua Panamericana Sur, al este de la quebrada Pucara entre las faldas de los cerros Conejo y Portillo Grande en el distrito de Lurín. Esta infraestructura posee una zona para la disposición final de residuos industriales peligrosos.
9.3. Transporte e incorporación del suelo limpio a la zona del Sitio S0104 (Botadero Km 2) para que este sea usado con fines de reforestación, arborización y zonas que así lo requieran.
9.4. Ejecución del plan de monitoreo post-ejecución de obra.
9.5. Desmantelamiento y abandono del campamento base instalado.
9.6. Transporte de los equipos, insumos y mano de obra especializada a Lima.

5.6.3. Descripción de Insumos, y mano de obra, así como los costos necesarios.

Las actividades de ingeniera son las acciones que se deben ejecutar para que la implementación de la alternativa de remediación antes, durante y después de su aplicación, se desarrolle y cumpla con su objetivo de remediación, evitando intervenciones y, por lo tanto, riesgos operacionales. Por consecuencia, se sugieren las siguientes actividades de ingeniería:

En este numeral se describen los insumos, la mano de obra y los costos que contiene cada una de las acciones de remediación que se sugieren implementar en el Sitio S0104 (Botadero Km 2) con volúmenes y costos de referencia.

5.6.3.1. *Costos del Proyecto*

En este numeral se describen los principales costos asociados a la implementación de las alternativas de *Bioestimulación enzimática y Solidificación* que, de acuerdo a los resultados del análisis costo/efectividad son las técnicas más viables para ser implementadas en el Sitio S0104 (Botadero Km 2).

5.6.3.1.1. Análisis Agregado General

En términos generales, la implementación de las alternativas de *Bioestimulación enzimática y solidificación* tiene un costo aproximado de S/. 12.508.170 soles. La **Tabla 5-36** muestra el volumen total a tratar y el costo total de tratamiento del Sitio S0104 (Botadero Km 2), el cual y de acuerdo a las estimaciones del equipo consultor, se encuentran desagregados por los componentes de operación (rubros específicos) y las fases de ejecución, que podrían variar según la ingeniería de detalle, la estimación económica de los riesgos y las utilidades del contratista temas que se recomienda tener en cuenta.

Tabla 5-36. Volumen de Material Contaminado y Costo Total del Tratamiento

Alternativa	Costo Total	Volumen del Material Contaminado (m^3)	Costo x m^3	Tiempos (meses)
Bioestimulación Enzimática y Solidificación	S/ 12 508 170	6158,13	S/2147,75	8

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la distribución porcentual del presupuesto en función de las fases de operación de las técnicas de *Bioestimulación Enzimática y solidificación* la fase 5 *construcción y adecuación de las celdas de tratamiento* y la fase 6 *excavación, transporte y descarga del suelo contaminado a la zona de tratamiento* que representan el 43,7% del costo total (15,3% y 28,4% respectivamente), estas fases incluyen todas aquellas actividades operacionales encaminadas a la construcción, adecuación de las celdas de tratamiento y transporte del suelo para la aplicación de la técnica.

Por otra parte, el 56,3% restante corresponde a la Fase 1 *aspectos logísticos y de selección de personal para la aplicación la técnica de remediación* (13,5%). Fase 2 *Transporte e instalación de personal, maquinaría, productos y equipos para el desarrollo de las actividades de remediación en la zona de tratamiento* (4,9%). Fase 3 r*econocimiento y adecuación de la zona para la aplicación de la técnica de remediación* (11,5%). Fase 4 *Implantación Operacional* (4,6%). Fase 7 *implementación de la técnica de remediación* (2,7%). Fase 8 *finalización de la implementación de la técnica de remediación* (6,8 %). *Fase 9 Cierre y abandono del campamento y de las celdas de tratamiento* (12,4%). Las fases mencionadas anteriormente se pueden observar en la **Figura 5-22**.

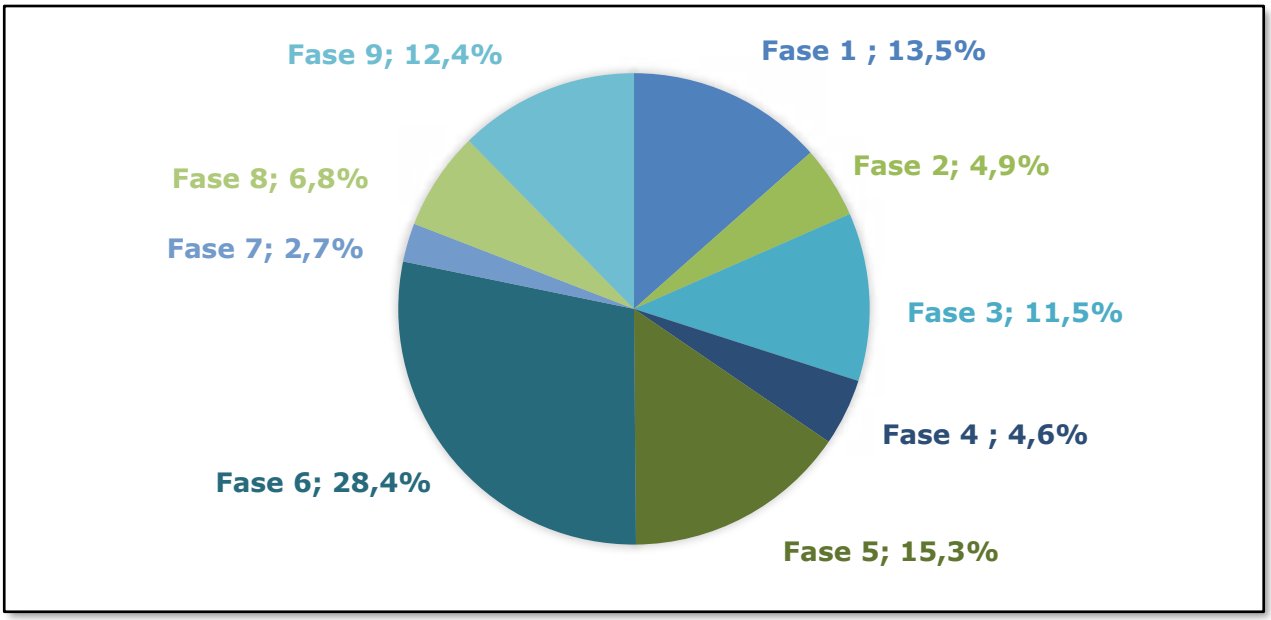


Figura 5-21. Distribución Porcentual del Presupuesto en Función de las Fases de Operación de las Técnicas de Bioestimulación Enzimática y Solidificación

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En efecto, el presupuesto de *gastos logísticos y administrativos* es de mayor predominancia en la estimación de los costos (representa cerca del 43% del costo total) para la implementación de las tecnologías de remediación, en virtud de que incluye actividades de transporte, alojamiento y alimentación del personal profesional que va a ejecutar las acciones de remediación; actividades que requieren mayor inyección de recursos.

Por otra parte, el presupuesto de *personal* representa cerca del 31% del costo total y además, presenta sus mayores picos de inversión en las fases de implementación de la técnica. Por último, el rubro de *equipos, insumos y consumibles,* representan el 16% y el 11%, respectivamente, del costo total de las técnicas, debido a que contienen rubros asociados a las actividades de adquisición de maquinaria, tales como los equipos para la excavación, el transporte, los insumos y la generación eléctrica, que, a su vez, influyen significativamente en los costos totales por la implementación de las técnicas (Ver **Figura 5-22).**

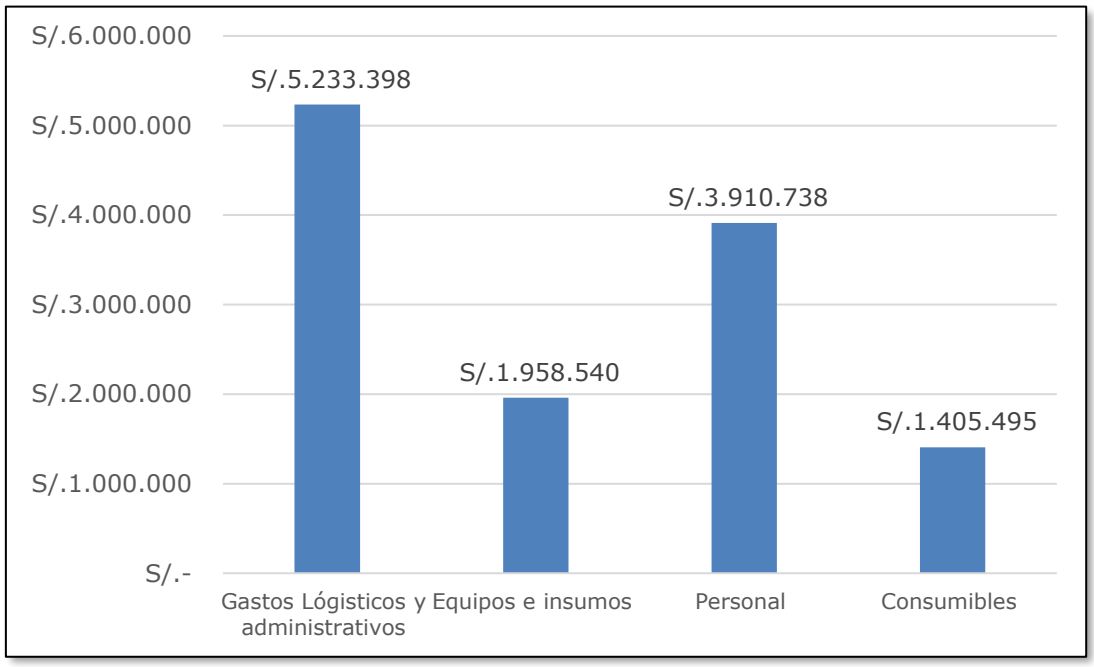


Figura 5-22. Distribuciones de Costos Agregados por Tipo de Presupuestos
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Figura 5-23** se observa la representación que tiene cada presupuesto, dentro del esquema de costos estimado para las nueve (9) fases, en el cual, es evidente el alto grado de significancia que tiene el presupuesto de *gastos logísticos y administrativos*, que incluye el transporte de personal rotatorio, los técnicos especializados y los ingenieros con turnos 28-7, como también, los campamentos base y de obra que incluyen la gestión de agua potable y residual, la alimentación y la energía eléctrica para mantener una oficina de hasta 20 personas con equipos de cómputo y torre de comunicaciones. En efecto, los presupuestos de *personal, equipos e insumos* son bastante representativos en aquellas fases intermedias que se asocian con la operación de la técnica.

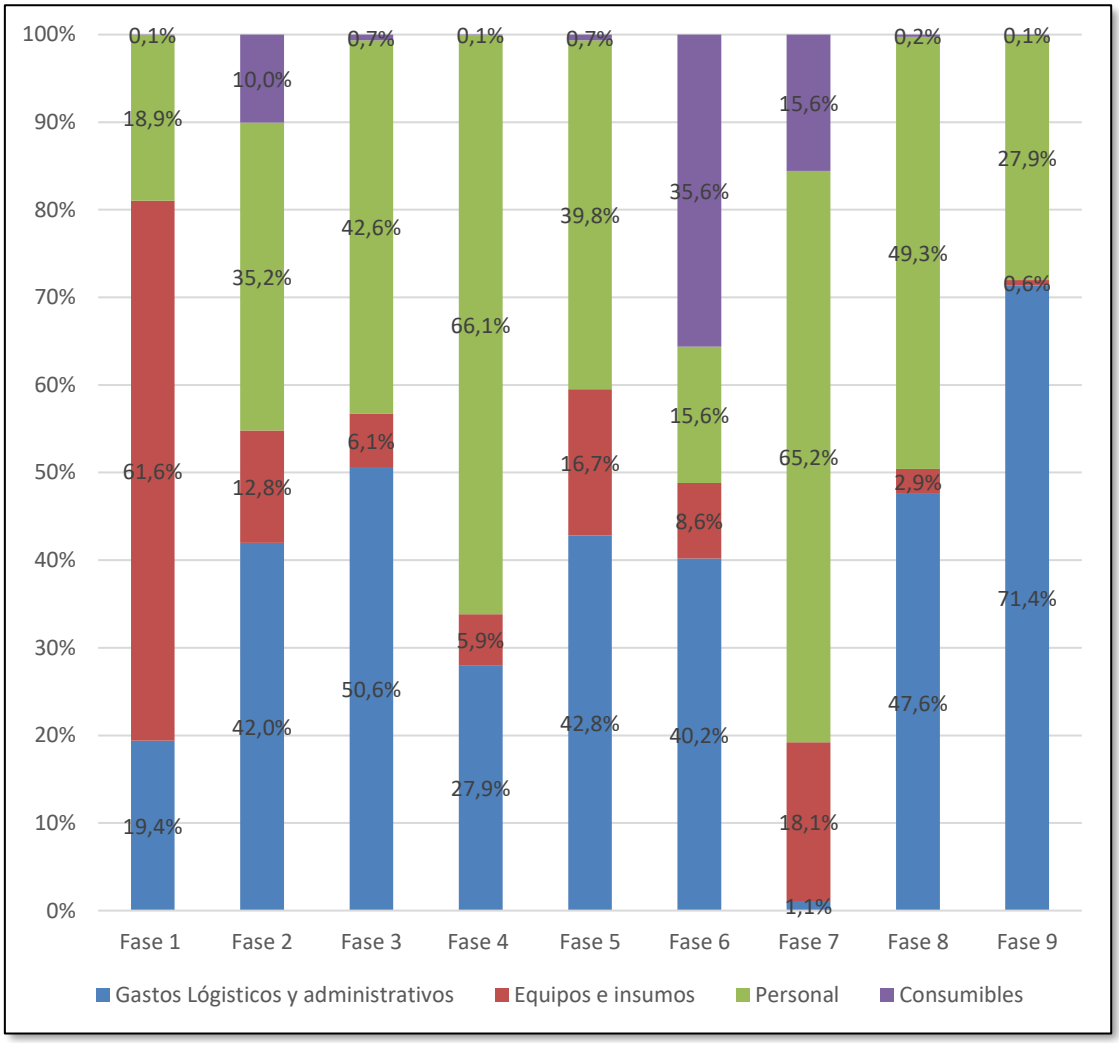


Figura 5-23. Distribuciones de Costos por Tipo de Presupuestos en Función de las Fases
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Por último, la **Figura 5-24**, muestra un análisis de necesidades financieras en función de los meses de implementación de las técnicas. Este análisis indica que el mayor esfuerzo financiero se genera a partir del tercer mes en donde arrancan las actividades preparativas, pre operativas y continúan las actividades de remediación, así, hasta el mes 5,8, en donde terminan las actividades de remediación.

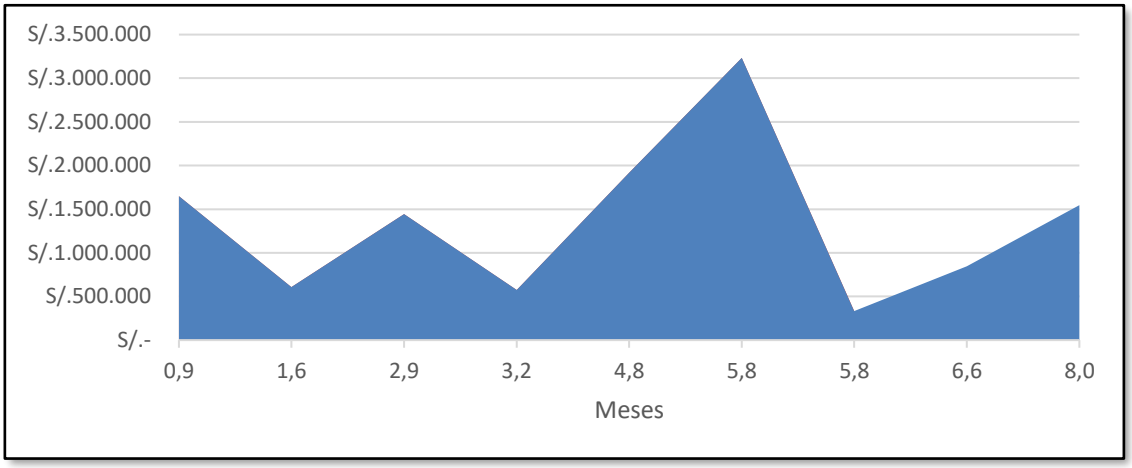


Figura 5-24. Necesidades Financieras para la Implementación de las Alternativas
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Los costos asociados a cada fase del proyecto para los cuatro rubros establecidos, pueden ser consultados en el **Anexo 6.11.10**, así como también el cronograma del desarrollo en donde se contemplan las fases del proyecto de remediación.

5.6.3.1.2. Administración Logística y Mano de Obra

Con respecto a la mano de obra, los salarios estimados incorporan la carga prestacional de acuerdo al caso (depende en gran medida del salario mensual), en la **Tabla 5-37,** se mencionan los criterios considerados para la determinación de los salarios totales.

Tabla 5-37. Variables Consideradas en la Estimación del Salario para el Personal

Aspecto	Descripción
Horas Extras	Se consideró un escenario mínimo, que, de acuerdo al Ministerio de Trabajo y promoción del empleo en Perú, en promedio un trabajador labora 4 horas extras al mes
Aportes Obligatorios	Constituido por el aporte a los fondos, seguro de invalidez, sobrevivencia y gastos de sepelio además de la comisión a la AFP.
Asignación Familiar	Beneficio económico a los trabajadores con hijos menores de 18 años.
Seguro de Salud	Aportes dirigidos Al Seguro Social de Salud (ESSALUD), que prestan servicios integrales de salud.
Gratificaciones Laborales	Derecho laboral que está formado por las leyes del trabajo del Estado Peruano. Es un pago adicional que se suma a la remuneración o sueldo de los trabajadores. En el Perú la gratificación se entrega en los meses de julio y diciembre.
Vacaciones Truncas	Son vacaciones truncas cuando el trabajador ha cesado sin haber cumplido con el requisito de un año de servicios y el respectivo récord vacacional para generar derecho a vacaciones; en ese caso, se le abonará como vacaciones truncas tantos dozavos de la remuneración vacacional como meses efectivos que haya laborado.
Compensación por tiempo de Servicios	Beneficio económico a los trabajadores en el momento que la relación laboral con el empleador termine, y así pueda disponer de un fondo para asegurar imprevistos.
Exámenes Médicos	Como requisito para efectuar el proceso de contratación y que para efectos del ejercicio se calcula sobre S/1.223,00.
Impuestos	Asociado al impuesto de renta.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Las **Tabla 5-38** y **Tabla 5-39** presentan la estimación de mano de obra requerida para la implementación de las técnicas de bioestimulación enzimática y Solidificación en el sitio S0104 (Botadero Km 2). En esta tabla para cada cargo requerido se establecieron la cantidad de trabajadores, el tiempo de contratación y el salario estimado; llegando así a definir un valor total para cada uno de los cargos. Teniendo en cuenta lo anterior, el valor total de la contratación de la mano de obra para las técnicas es de S/ 3.772.260 soles.

Tabla 5-38. Valor Económico del Salario para la Mano de Obra Directa Bioestimulación Enzimática + Solidificación

Cargos	Cantidad de Trabajadores[2]	Salario x trabajador[1]	Tiempo de Contratación Meses	Valor Total
Apoyos Locales/Banderillero (Operario)	10	S/ 6 950	6	S/ 417 000
Coordinador Logístico	2	S/ 14 167	7	S/ 198 333
Eléctrico	2	S/ 17 401	6	S/ 208 806
Especialista De Monitoreo Post Ejecución	4	S/ 7 996	2	S/ 63 969
Ingeniero Ambiental	2	S/ 14 167	4	S/ 113 333
Jefe De Proyecto	2	S/ 15 050	8	S/ 240 799
Logístico	2	S/ 7 996	6	S/ 95 952
Mecánico Especializado	2	S/ 10 883	8	S/ 174 128
Médico	2	S/ 20 252	7	S/ 283 530
Operador De Maquinaria	3	S/ 13 769	6	S/ 247 848
Operarios Remediación	5	S/ 7 996	7	S/ 279 866
Paramédico	2	S/ 10 679	7	S/ 149 503
Profesionales Restauración[3]	4	S/ 14 167	7	S/ 396 666
Responsable Técnico Especialista En Remediación	2	S/ 13 711	8	S/ 219 381
Supervisor de Relaciones Comunitarias - Profesional Gestión Social	2	S/ 14 853	7	S/ 207 937
Supervisor De Remediación	2	S/ 13 653	8	S/ 218 454
Supervisor HSE-Q	2	S/ 10 835	8	S/ 173 352
Vigilancia	2	S/ 6 950	6	S/ 83 402
Total				S/ 3 772 260

[1]Los salarios presentados consideran las remuneraciones a los trabajadores más la carga prestacional establecida por la normatividad vigente en el Perú. (Horas extras, prima de seguro (aporte obligatorio), comisión, asignación familiar, seguro de salud, gratificaciones laborales, CTS, Vacaciones Truncas, Impuesto 27.47 UIT, Impuesto Más de 57 UIT, examen médico).

[2] Las cantidades de personal estimadas consideran backup de aquellos cargos que lo requieren.

[3] Se debe contar con un técnico de muestreo con un perfil de técnico ambiental, bachiller de ingeniería o bachiller en biología para realizar los muestreos del plan de monitoreo.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Tabla 5-39. Valor Económico del Salario para la Mano de Obra Directa Fase Operativa Solidificación

Cargos	Cantidad de Trabajadores	Salario x trabajador[1]	Tiempo de Contratación Meses	Valor Total
Fase 6: Excavación, transporte y descarga del suelo contaminado a la zona de tratamiento				

Cargos	Cantidad de Trabajadores	Salario x trabajador[1]	Tiempo de Contratación Meses	Valor Total
Apoyos Locales/Banderillero (Operario)	10	S/ 6950	1	S/ 69 500
Operador de Maquinaria	4	S/ 13769	1	S/ 55 077
Vigilancia	2	S/ 6950	1	S/ 13 900
Total				S/ 138 477

[1]Los salarios presentados consideran las remuneraciones a los trabajadores más la carga prestacional establecida por la normatividad vigente en el Perú. (Horas extras, prima de seguro (aporte obligatorio), comisión, asignación familiar, seguro de salud, gratificaciones laborales, CTS, Vacaciones Truncas, Impuesto 27.47 UIT, Impuesto Más de 57 UIT, examen médico).

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

El presupuesto invertido en la movilización, la instalación de los centros de operación administrativos y logísticos, la gestión ambiental y social, los rubros asociados y disgregados se presentan en la **Tabla 5-40**, de acuerdo con lo que se considera necesario en función de lograr los objetivos de remediación del Sitios S0104 (Botadero Km 2).

De esta manera, las cantidades se han calculado incluyendo el transporte, la movilización del personal, la maquinaria y, la gestión legal con los porcentajes correspondientes al trámite administrativo dispuesto por el ANA, Autoridad Nacional del Agua del TUPA según el UIT al año 2019.

Cabe mencionar que los valores fueron calculados para las acciones de remediación que se realizarán únicamente para el Sitios S0104 (Botadero Km 2) de la cuenca del río Pastaza.

Tabla 5-40. Presupuesto de la Administración y Logística

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Adquisición Puestos Trabajo (Computo)	Glb	1,00	S/ 80 000	S/ 80 000
Alimentación (Desayuno, almuerzo, comida)[1]	Glb	1,00	S/ 77 760	S/ 77 760
Almacén de Equipos	Glb	1,00	S/ 70 000	S/ 70 000
Alojamiento (Desayuno, almuerzo, comida)[2]	Glb	1,00	S/ 33 600	S/ 33 600
Autorización de reúso de aguas residuales industriales, municipales y domesticas tratadas	UIT[3]	0,1009	S/ 4 200	S/ 424
Autorización de vertimientos de aguas residuales, municipales y domesticas tratadas	UIT[3]	0,1303	S/ 4 200	S/ 547
Autorización para la ejecución de obras en fuentes naturales de agua o en la infraestructura hidráulica multisectorial	UIT[3]	0,0443	S/ 4 200	S/ 186
Bote para personal rotativo	mes	8,00	S/ 17 000	S/ 136 000
Camioneta 4x4 + Conductor + Horas extra + stand by[4]	Día	597,00	S/ 800	S/ 477 600
Embarcación Menor (Disponibilidad 24 Horas + stand by)	Día	1,00	S/ 2 000	S/ 2 000
Gastos Asociados a Contratación de Servicios empresa recolección residuos	Glb	1,00	S/ 7 000	S/ 7 000
Gastos de Capacitación del Personal	Glb	1,00	S/ 2 000	S/ 2 000
Instalación Servicio Telecomunicaciones (Incluye 10 radios portátiles, radio base, antena, torre de antena, instalación y configuración)	Glb	1,00	S/ 27 900	S/ 27 900
Pasajes Aéreos (Lima - Iquitos)	Und	93,00	S/ 350	S/ 32 550
Pasajes Terrestres (Iquitos - Nauta)	Und	93,00	S/ 13	S/ 1 209
Puntos Ecológicos	Und	5,00	S/ 350	S/ 1 750
Satelital	Und	8,00	S/ 6 000	S/ 48 000

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Servicio de alquiler campamento + Servicio Catering + Servicio mantenimiento Campamento todo costo	Glb	5,97	S/450 000	S/2 685 000
Tramites de Importación Equipamiento	Glb	1,00	S/ 28 197	S/ 28 197
Transporte de Facilidades -movilización y desmovilización	Glb	1,00	S/ 16 000	S/ 16 000
Transporte Fluvial de Carga Lima- Zona de Trabajo	Glb	1,00	S/ 30 000	S/ 30 000
Transporte Logístico de Equipo y Unidades de Tratamiento (Entrada y Salida)	Glb	1,00	S/550 000	S/ 550 000
Total				S/4 307 723

[1] La alimentación se estimó solamente para las fases 1 y 2 para 27 personas durante 48 días a un costo de S/ 60 soles.
[2] El alojamiento se estimó solamente para las fases 1 y 2 para 14 personas durante 48 días a un costo de S/ 50 soles, en las siguientes fases se tiene estimado el Servicio de Catering para el campamento base cuando este ya se encuentre instalado.
[3]Corresponde al porcentaje según el Texto Único de Procedimientos Administrativos (TUPA) 2019, para la Autoridad Nacional de agua para estas autorizaciones.
[4]Evaluado para tres (3) Camionetas.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.6.3.1.3. Equipo, Maquinaria e Insumos

En esta sección se describen cuatro tipos de presupuestos: *maquinaria, insumos y otros, consumibles y gestión de residuos sólidos;* siendo el costo total del segundo, el que concentra cerca del 41% de los recursos estimados en estos componentes y, cuyo costo total, asciende a S/.1.633.032 soles. Cabe resaltar que, frente al presupuesto en mención, los principales factores que influyen en su elevado costo son la conformación de las celdas, la aireación mecánica, la aplicación de insumos, el transporte de material hacia y desde las celdas, el segundo rubro y con mayor importancia es el de *consumibles* el cual tiene el 27% de la serie y su valor asciende a S/.1.394.438 Ver **Figura 5-25**).

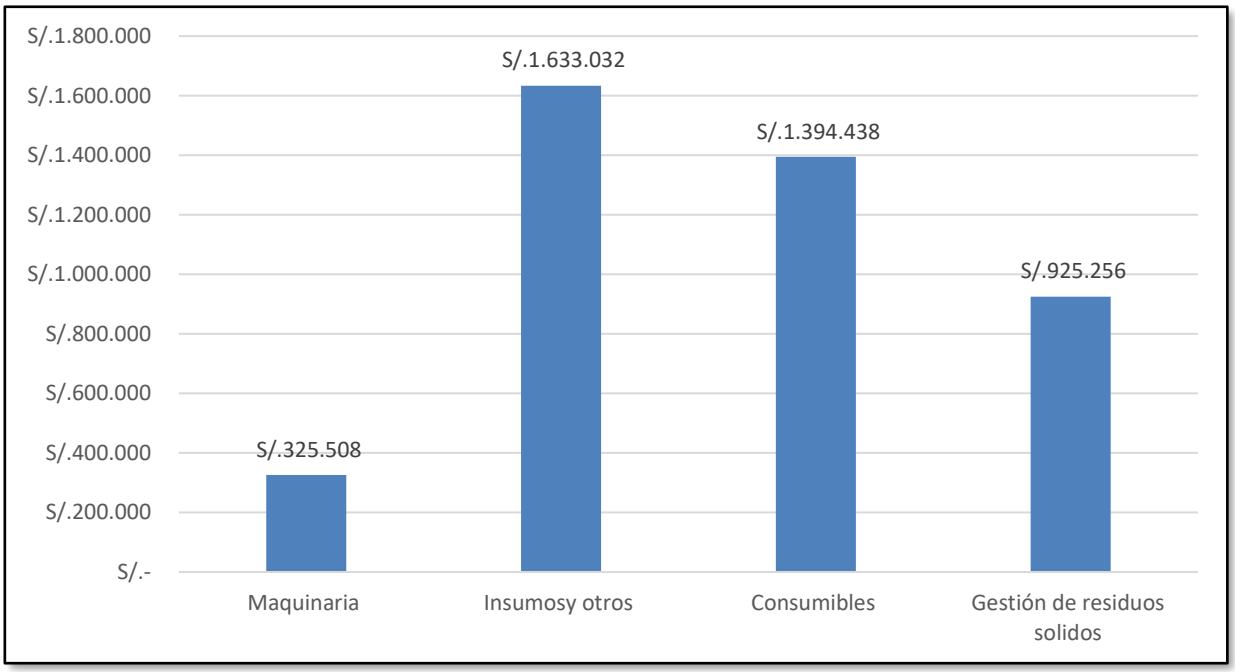


Figura 5-25. Distribución Costos de Insumos, Maquinaria y Equipos
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Tabla 5-41** y **Tabla 5-42** se evidencia el costo total para el presupuesto de *maquinaria*, en el cual se destaca la relevancia financiera que tiene el uso de los vehículos como la retroexcavadora, las volquetas y el buldócer, en las labores de extracción, movilización del material contaminado,

adecuación del terreno para las celdas de tratamiento y zona de solidificación, la aireación mecánica del suelo, transporte de los residuos contaminados hacía el lugar de acopio y/o disposición final.

Tabla 5-41. Presupuesto de Maquinaria para Bioestimulación Enzimática

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Buldócer 155 hp 3,88m de hoja	Hora	60,00	S/ 250	S/ 15 000
Camión Cisterna 5000 gal	Hora	210,00	S/ 81	S/ 16 958
Camión Volqueta 8m3 210 hp	Hora	314,00	S/ 150	S/ 47 100
Generador CAT XQP 300	Hora	175,00	S/ 81	S/ 14 105
Moto niveladora 153 hp	Hora	77,00	S/ 485	S/ 37 345
Retroexcavadora de 20 a 24 Ton	Hora	298,00	S/ 300	S/ 89 400
Tractor 100 hp de 8 discos x 40 cm	Hora	15,00	S/ 600	S/ 9 000
Total				S/ 228 908

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Tabla 5-42. Presupuesto de Maquinaria para la Técnica de Solidificación

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Apisonadora estática	Hora	56,00	S/ 250	S/ 14 000
Camión Volqueta 8m3 210 hp	Hora	210,00	S/ 150	S/ 31 500
Motoescrepa CAT 621	Hora	56,00	S/ 350	S/ 19 600
Retroexcavadora de 20 a 24 Ton	Hora	210,00	S/ 150	S/ 31 500
Total				S/ 96 600

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Respecto al presupuesto de *insumos y otros*, existen varios rubros significativos dentro del mismo (Ver **Tabla 5-43 y Tabla 5-44**). Sin embargo, se destaca el valor que tienen los procesos de recopilación y análisis de muestras para los respectivos estudios de suelo, así como las actividades de restauración ecológico.

Por otro lado, los estudios de verificación de porcentajes de eficiencia son necesarios para realizar el seguimiento operativo y con antelación, ver errores o daños en los equipos.

Tabla 5-43. Presupuesto de Insumos / Otros (Bioestimulación Enzimática)

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Actividades de Restauración por Ha	Glb/Ha	1,00	S/ 50 000	S/ 50 000
Ampliación y Adecuación del desembarcadero	Glb	1,00	S/ 1 000 000	S/1 000 000
Antena repetidora radio de 20KM, Radio base	Und	1,00	S/ 7 066	S/ 7 066
Barrera de contención mecánica tipo valla de 12"	Und	6,00	S/ 1 590	S/ 9 540
Barreras de absorción oleofílica absorbente de hidrocarburos de 5"	Und	15,00	S/ 250	S/ 3 750
Bascula camionera portátil	Glb	1,00	S/ 45 000	S/ 45 000
Bomba de Caudal	Und	35,00	S/ 192	S/ 6 713
Bomba de desplazamiento positivo 150 m^3/hora (PD100)	Und	5,00	S/ 445	S/ 2 227
Bomba de desplazamiento positivo 35 m^3/hora (PD75)	Und	15,00	S/ 252	S/ 3 783
Botiquines para primeros auxilios. (02EA) (Elementos HSE)	Und	8,00	S/ 4 500	S/ 36 000
Carpa plegable móvil x 500 m^2	Und	3,00	S/ 8 620	S/ 25 860
Cinta de Seguridad Rollo	Und	50,00	S/ 35	S/ 1 750
Conos de seguridad	Und	70,00	S/ 60	S/ 4 200
Detector de gases para determinar explosividad del área, con certificado de calibración vigente. (Elementos HSE)	Und	1,00	S/ 900	S/ 900
Elementos de Señalización EPP - Pare - Operaciones	Und	59,00	S/ 135	S/ 7 965
Equipo de HTP (Detección de partículas de Hidrocarburos)	Und	1,00	S/ 50 000	S/ 50 000

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Extintores de 30 libras con certificaciones UL, FM, CSA, CE Elementos (HSE)	Und	9,00	S/ 850	S/ 7 650
Geomembranas de 15m x 15m	Und	32,00	S/ 77	S/ 2 464
Herramientas generales	Glb	1,00	S/ 125 000	S/ 125 000
Kits de Laboratorio (Medición de parámetros in situ) para suelo, sedimentos, agua superficial y agua subterránea)	Glb	1,00	S/ 15 000	S/ 15 000
Malla anaranjada para delimitar las áreas de trabajo,	Und	14,00	S/ 38	S/ 532
Megáfonos	Und	10,00	S/ 500	S/ 5 000
Muestreo y análisis de Metales en suelo[1]	Und	20,00	S/ 405	S/ 16 200
Muestreo y análisis de suelo pH[1]	Und	20,00	S/ 1 200	S/ 24 000
Muestreo y análisis de HTP (F1, F2 y F3)[1]	Und	10,00	S/ 890	S/ 8 900
Muestro y análisis de Lixiviación TCLP[1]	Und	5,00	S/ 600	S/ 3 000
Radios Intrínsecos	Und	1,00	S/ 2 300	S/ 2 300
Rollo de Plástico de Polipropileno Calibre 8 x 70 m	Und	30,00	S/ 514	S/ 15 429
Rollo de tela Absorbente	Und	30,00	S/ 85	S/ 2 555
Rollos de tela oleofilica (Rollo captura 73 galones)	Und	35,00	S/ 200	S/ 7 000
Sacos de Propileno vacío	Und	150,00	S/ 1	S/ 185
Tanques de Almacenamiento Temporal de 2.000 galones (Por un área de 6,39 m2)[1]	Und	5,00	S/ 1 875	S/ 9 373
Tanques de Almacenamiento Temporal de 3.000 galones (por un área de10,18 m2)[2]	Und	10,00	S/ 2 470	S/ 24 695
Trajes de manipulación de sustancias químicas nivel C	Und	34,00	S/ 50	S/ 1 700
Tramo de Mangueras de Descarga x 20 metros	Und	10,00	S/ 12	S/ 120
Tramo de Mangueras de Succión x 6 metros	Und	25,00	S/ 15	S/ 383
Tubo PVC 4" x 6m	Und	30,00	S/ 10	S/ 300
Total				S/ 1 526 538

[1]El costo del muestreo incluye a los analistas de laboratorio e insumos necesarios para tomar las muestras.
[2] Diámetro: 2,85 m, Altura máxima 1,15 m, Volumen 7,34 m^3.
[3] Diámetro: 3,60 m, Altura máxima 1,15 m, Volumen 11,60 m^3.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Tabla 5-44. Presupuesto de Insumos / Otros (Técnica de Solidificación Fase Operativa)

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Barreras de absorción oleofilica	Und	5,00	S/ 250	S/ 1 250
Botiquines para primeros auxilios. (02EA) (Elementos HSE)	Und	4,00	S/ 4 500	S/ 18 000
Cinta de Seguridad Rollo	Und	10,00	S/ 35	S/ 350
Conos de seguridad	Und	30,00	S/ 60	S/ 1 800
Elementos de Señalización EPP - Pare - Operaciones	Und	20,00	S/ 135	S/ 2 700
Extintores de 30 libras con certificaciones UL, FM, CSA, CE Elementos (HSE)	Und	4,00	S/ 850	S/ 3 400
Malla anaranjada para delimitar las áreas de trabajo,	Und	5,00	S/ 38	S/ 190
Megáfonos	Und	3,00	S/ 500	S/ 1 500
Mezcladora	Und	1,00	S/ 10 000	S/ 10 000
Refuerzo Malla electrosoldada Kg	Und	1000,00	S/ 3	S/ 3 000
Rollos de tela oleofilica (Rollo captura 73 galones)	Und	2,00	S/ 200	S/ 400
Sacos de Propileno vacíos	Und	3,00	S/ 1	S/ 4
Silo dosificador	Und	4,00	S/ 10 000	S/ 40 000
Tanques de Almacenamiento Temporal de 2.000 galones (Por un area de 6,39 m2)[1]	Und	6,00	S/ 1 875	S/ 13 627
Tramo de Mangueras de Descarga x 20 metros	Und	10,00	S/ 12	S/ 120

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Tramo de Mangueras de Succión x 6 metros	Und	10,00	S/ 15	S/ 153
Trituradora de Suelo	Und	1,00	S/ 10 000	S/ 10 000
Total				S/ 106 494

[1] diámetro: 2.85 m, Altura máxima 1.15 m, Volumen 7.34 m^3.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

El presupuesto de *consumibles* evidencia el gasto que supone el funcionamiento de las diferentes máquinas y equipos que funcionan con combustible, en función al número galones por las horas de trabajo de cada una de las maquinas (gal/h). Asimismo, el costo de los insumos como el modificador de arcillas, el desengrasante, el emulsificante, cemento Portland tipo 5 y los aditivos enzimáticos que son usados como productos propios de la remediación y están calculados específicamente para el volumen de material contaminado del Sitio S0104 (Botadero Km 2) que requiere ser remediado al igual que los insumos para la solidificación. (Ver **Tabla 5-45** y **Tabla 5-46**).

Tabla 5-45. Presupuesto de Consumibles Bioestimulación Enzimática

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Aditivos Enzimáticos	gal	110	S/ 64	S/ 7 060
Combustible	gal	9238	S/ 17	S/ 157 038
Desengrasante	gal	202	S/ 121	S/ 24 549
Emulsificante	gal	95	S/ 30	S/ 2 859
Modificador de Arcilla	gal	95	S/ 15	S/ 1 469
Regulador de p H	lb	40	S/ 17	S/ 668
TOTAL				S/ 193 643

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Tabla 5-46. Presupuesto de Consumibles Técnica de Solidificación

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Bulto de Cemento Portland tipo V (42,5 kg)	Und	16808	S/ 50	S/ 840 418
CAL (CaOH) x 20Kg	Und	15758	S/ 20	S/ 315 157
Combustible	gal	2660	S/ 17	S/ 45 220
Total				S/ 1 200 795

[1] la cantidad del Cemento Portland representa un valor global de toda el área contaminada, porque existe incertidumbre en el volumen real de la zona mixta susceptible de la técnica de solidificación, y es por esto, que se ha sobre estimado la cantidad de este insumo.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

En la **Tabla 5-47** se evidencia el presupuesto para la gestión de residuos sólidos. En este presupuesto se contempla el valor del transporte desde la cuenca Pastaza – Yurimaguas – Lima y su disposición final en Lima.

Tabla 5-47. Gestión de Residuos Sólidos

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Transporte de Residuos ordinarios de la Zona a Yurimaguas	m^3	1,28	S/ 3 140	S/ 4 008
Transporte de Residuos peligrosos o especiales de la Zona a Yurimaguas	m^3	160,25	S/ 3 140	S/ 503 182
Transporte y Disposición de Residuos peligrosos de Yurimaguas a Lima	Ton	160,25	S/ 2 600	S/ 416 647
Transporte y Disposición de Residuos Yurimaguas a Lima	Ton	2,87	S/ 500	S/ 1 436
Total				S/ 925 273

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Finalmente, en la **Tabla 5-48** se observa el resumen económico de la aplicación de las acciones de remediación, indicando el costo directo, los gastos fijos, los gastos variables, la utilidad.

Tabla 5-48. Costo Total del Proyecto

Costo Directo Total incluyendo IGV	
Costo Directo total	S/12 508 153
Imprevistos 2%	S/ 250 163
Expediente Técnico	S/ 34 565
Supervisión 8%	S/ 1 000 652
Liquidación 2%	S/ 250 163
Utilidades 10%	S/ 1 250 815
Pólizas de seguros (Plan de contingencia, del proyecto, civil extracontractual)	S/ 1 250 815
Gastos fijos variables y utilidad	S/16 545 328
IGV 18%	S/ 2 978 159
Costo directo total incluyendo IGV	S/19 523 487

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.6.4. Descripción de las Actividades de Ingeniería a ejecutar por la empresa remediadora

Las actividades de ingeniera son las acciones que se deben ejecutar para que la implementación de la alternativa de remediación antes, durante y después de su aplicación, se desarrolle y cumpla con su objetivo de remediación, evitando intervenciones y, por lo tanto, riesgos operacionales. Por consecuencia, se sugieren las siguientes actividades de ingeniería:

5.6.4.1. *Suelo y sedimentos*

A continuación, se relacionan las actividades de ingeniería para el manejo del suelo:

5.6.4.1.1. Implementación Operacional:

La seguridad y eficacia de las operaciones en la ejecución de la técnica de remediación son factores muy importantes para evitar algún tipo de contaminación cruzada durante el desarrollo de las operaciones. Por lo que, resulta necesario la instalación de dos (2) campamentos, en ellos se deberán implementar cuatro (4) zonas, dos de ellas en el campamento obra (acopio, tratamiento) y las otras dos zonas en el campamento base (de transición y limpia). A continuación, se especifica que deberá tener cada zona con respecto a la técnica de remediación de *bioestimulación enzimática + solidificación ex situ – on site:*

- **Acopio:** en esta zona se deben realizar actividades de almacenamiento y transporte de los residuos recolectados en las acciones de limpieza, el suelo excavado (contaminado) y los equipos contaminados que requieren tratamiento y/o disposición final. Estos residuos deberán ser almacenados y segregados por tipo de contaminante según la Norma Técnica Peruana 900.058.2019 (Ver numeral **5.8**).
- **Zona de Tratamiento:** en esta zona se deben instalar los equipamientos/planta necesarios para la aplicación de las alternativas de remediación, por lo tanto, se deberá contemplar las siguientes operaciones:

- Construcción una celda de tratamiento:
  - Para el manejo de lixiviados y escorrentía, se debe construir alrededor de la zona de tratamiento un sistema de desvío y recogida de las aguas de escorrentía superficial como lo son cunetas o canaletas.

- Caseta de almacenamiento de insumos (productos químicos).
- Instalación de los equipos requeridos para la aplicación de la técnica de solidificación:

    1. Camión mezclador
    2. Trituradora de suelo
    3. Criba Vibratoria
    4. Fajas Transportadoras (bandas de transporte)
    5. Apisonadoras estáticas

- Construcción de la zona de tratamiento para la aplicación de la técnica de solidificación:
    - Una (1) celda de tratamiento con un área aproximada de 800 m^2; deberá ser cubierta con material de arcilla, geomembrana y seguidamente, de la mezcla de suelo contaminado + cemento.

5.6.4.1.2. Construcción del Campamento Base:

El campamento donde se desarrollará las actividades domésticas, el personal se hospedará y quedará ubicado el comedor (alimentación), se recomienda ubicar cerca al río Pastaza y en un lugar equidistante para los otros sitios de la cuenca del río Pastaza. En este campamento se deberá instalar las zonas que se ilustran en la **Figura 5-26**:

- Área de transición: En esta área se debe realizar la descontaminación del personal y equipos. Además, se deberá instalar un área de mantenimiento industrial y la planta de tratamiento de agua residual producto de las actividades domésticas (PTAR).
- Área Limpia: En esta área se deben realizar las labores administrativas, de atención médica de emergencia y, además, se deberá instalar un laboratorio para el desarrollo de ensayos pilotos y la conservación y almacenamiento de muestras y de los equipos de laboratorio.

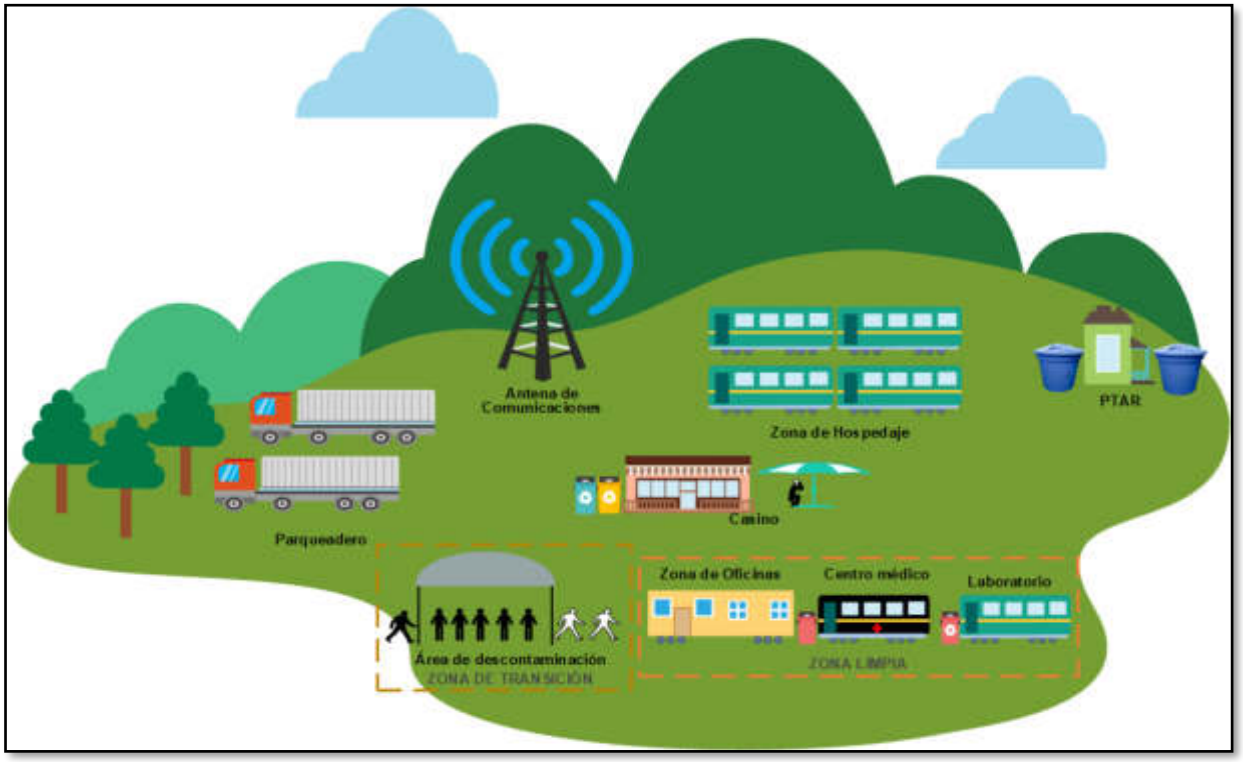


Figura 5-26. Diagrama del Campamento Base
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Es importante recordar que la construcción del campamento base como la planta de aguas residuales (PTAR) se recomienda ubicar a 0,92 Km del Sitio S0104 (Botadero Km 2), por la cercanía que tiene el río Pastaza y ser un punto equidistante a los demás sitios impactados pertenecientes a la cuenca del río Pastaza. (Ver **Figura 5-27**)

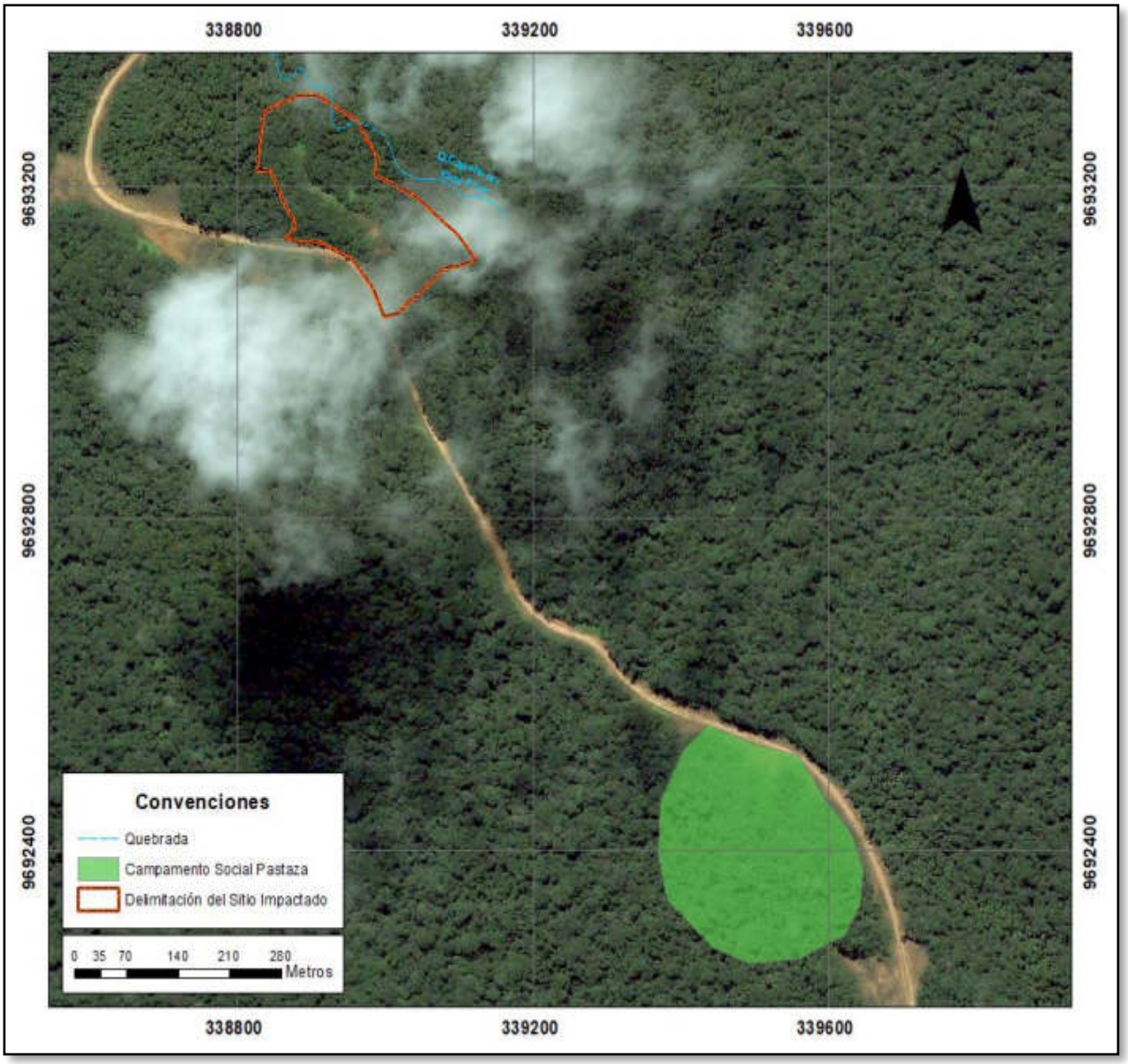


Figura 5-27. Ubicación del Campamento Base
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Cada área deberá ser diseñada teniendo en cuenta un espacio adecuado para la maniobra de los equipos y para permitir la correcta evacuación en caso de una emergencia. Es necesaria una cuidadosa evaluación para determinar la distancia mínima de seguridad entre las distintas áreas de operación (Conde, 1987).

5.6.4.1.3. Adecuación y Utilización de Desembarcaderos:

Para que se lleve a cabo el transporte de la maquinaria, sin que se presenten retrasos en los tiempos estipulados para el proyecto de remediación, resulta necesario la adecuación y mantenimiento de los desembarcaderos. (Ver **Figura 5-28**).

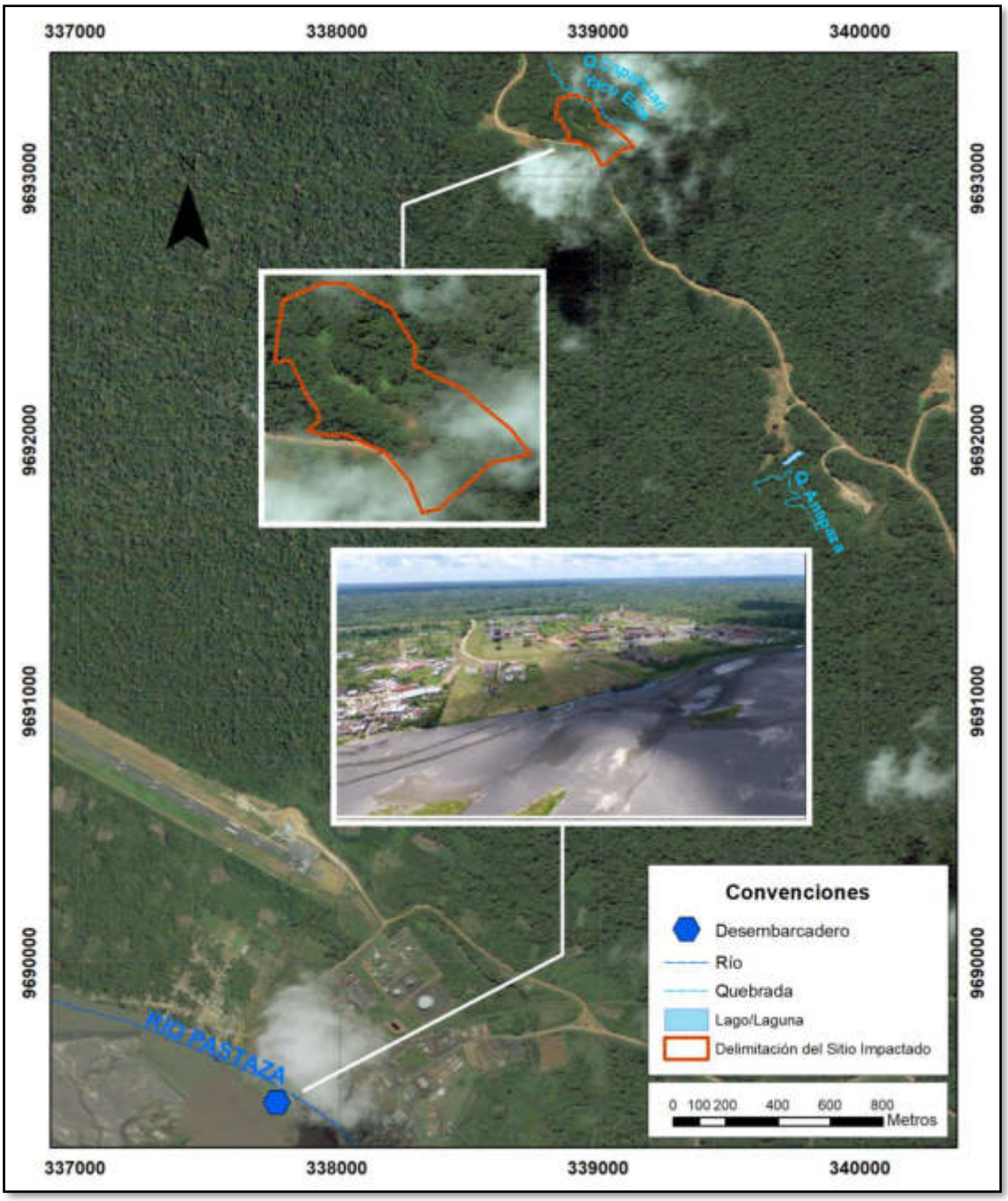


Figura 5-28. Ubicación del Desembarcadero de la Comunidad Nuevo Andoas
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.6.5. Descripción de los Residuos y/o Emisiones

Los residuos y/o emisiones que se generan en las acciones de remediación son aquellas que durante la implementación de la tecnología generan un impacto socio-ambiental. Por lo anterior, es de gran importancia identificar los residuos y/o las emisiones generadas, para tomar medidas de prevención y tratamiento, con el propósito de disminuir la afectación tanto en el medio ambiente como en la salud humana. A continuación, se listan los residuos y/o emisiones que se generan en la remediación de las matrices evaluadas:

5.6.5.1. *Suelo y Sedimentos*

Los residuos generados en la aplicación de la técnica de remediación *bioestimulación enzimática* y *solidificación* son aquellos que después de su aplicación resultan contaminados por el tratamiento que se le realiza al suelo impactado, en donde los principales desechos producidos corresponden a los recipientes de los insumos utilizados en la aplicación de la técnica. Además de los residuos orgánicos aprovechables y generales no aprovechables generados por la mano de obra utilizada en esta técnica.

La técnica de remediación *bioestimulación enzimática* y *solidificación* genera residuos peligrosos, los desechos generados como tapabocas, guantes, cofia y la geomembrana que resulte contaminada, son considerados como residuos peligrosos no aprovechables, los cuales se deben disponer en un recipiente de color rojo y transportar a un gestor que realice su disposición final. Así como los desechos que resultan del uso del laboratorio y de elementos de protección personal.

Las emisiones son la liberación de gases de combustión, CO_2 y otros gases de efecto invernadero a la atmósfera, y la generación de material particulado en consecuencia a las actividades de tipo industrial.

En la aplicación de la técnica de remediación *bioestimulación enzimática* y *solidificación ex situ – on site*- la extracción y transporte del suelo puede ocasionar la generación de material particulado. Así mismo, durante la excavación del suelo se puede volatilizar fracciones de hidrocarburos (C6 – C10), por lo tanto, se debe realizar un control del aire para determinar los niveles contaminantes peligrosos utilizando instrumentos portátiles de medida directa (detectores de gases, medidores de oxígeno, medidores de radiación, etc.) y, los operarios deben contar con elementos de protección personal (mascarillas auto filtrantes, tapón auditivo y gafas industriales) durante las actividades de excavación y transporte del suelo.

5.7. Plan de Manejo Ambiental

5.7.1. Introducción

Las medidas de manejo ambiental desarrolladas para el Plan de Rehabilitación del sitio S0104 (Botadero Km 2), se contemplan dentro de los lineamientos establecidos en la R.M, N° 118-2017-MEM, emitido por la Dirección General de Asuntos Ambientales Energéticos. El establecimiento de las medidas de manejo ambiental en primera instancia y como herramienta principal, están enfocadas a prevenir la ocurrencia de impactos ambientales y sociales por el desarrollo o implementación de las actividades de remediación, en segunda opción a mitigar los mismos y como tercera opción, están dirigidas a corregir los impactos.

El plan de manejo ambiental es la herramienta básica para desarrollar las actividades de remediación de forma adecuada controlando los efectos que puedan ocurrir al medio ambiente en los S0104 (Botadero Km 2), el cual busca controlar los impactos negativos que se puedan manifestar en los diferentes elementos del medio (medio físico, medio biótico y medio socioeconómico). Para este caso, algunos impactos identificados son: contaminación del suelo, posible afectación del agua superficial y/o agua subterránea, sedimentos, afectación a la fauna y a la flora, afectación a especies hidrobiológicas y peces, generación de material particulado y/o emisiones de gases y afectación a los comuneros cercanos a el sitio impactado.

5.7.2. Objetivos

5.7.2.1. *Objetivo General*

Establecer las medidas de manejo para prevenir la ocurrencia de impactos negativos generados por las diferentes actividades para la ejecución de las actividades para la rehabilitación del Sitio S0104 (Botadero Km 2).

5.7.2.2. *Objetivos Específicos*

- Evitar y/o mitigar la ocurrencia de impactos negativos más significativos en el en el sitio S0104 (Botadero Km 2).
- Establecer las consideraciones ambientales para la realización de las diversas actividades y trabajos que se desarrollarán en las diferentes etapas para la ejecución de las alternativas de rehabilitación.
- Conservar y manejar adecuadamente los recursos naturales.

5.7.3. Alcance

El Plan de Manejo Ambiental se deberá aplicar en el sitio S0104 (Botadero Km 2), donde se realizarán las actividades que generan impactos al ambiente, durante las diferentes etapas del plan de rehabilitación. Las medidas de manejo deberán ser implementadas y ejecutadas por aquella empresa seleccionada para ejecutar las acciones de remediación.

El Plan de Manejo Ambiental se encuentra compuesto por diferentes planes, los cuales contienen las medidas específicas que contrarrestan los impactos negativos durante las actividades de remediación. Plan de Habilitación de Campamentos; Plan de Transporte Terrestre, Aéreo y Fluvial; Plan de Control de Ruido y Emisiones; Plan de Aguas Residuales Domésticas; Plan de Manejo de Sustancias Peligrosas, Plan de Desbosque y Revegetación y, por último, Medidas de Abandono.

5.7.4. Plan de Habilitación de Campamentos

Durante la ejecución de las actividades de rehabilitación será necesario habilitar un campamento (ubicado en las coordenadas Este 339940 m y Norte 9692066 m, para el desarrollo de las actividades asociadas a la implementación de la alternativa de remediación. El campamento deberá contar con las facilidades para el alojamiento del personal según la capacidad y función.

5.7.4.1. *Objetivos*

- Establecer las medidas preventivas necesarias para mitigar los impactos negativos generados por la implementación del campamento.
- Cumplir con los requerimientos ambientales durante la habilitación del campamento, de manera que no se comprometa la salud, seguridad de los trabajadores y pobladores locales, se proteja el medio ambiente y las relaciones con los vecinos.

5.7.4.2. *Alcance*

Este plan deberá ser aplicable en la habilitación del campamento que será utilizado durante las actividades de remediación en el sitio S0104 (Botadero Km 2).

5.7.4.3. *Desarrollo del Plan*

Para la instalación del campamento, deberá tenerse en cuenta los siguientes lineamientos:

- En primera instancia, se deberán gestionar y obtener todos los permisos y autorizaciones necesarias ante los diferentes organismos gubernamentales (Permiso de desbosque, uso de agua, vertimiento de agua, entre otros servicios), poblaciones aledañas y propietarios.
- El campamento se deberá establecer en zonas donde se compruebe que no existe peligro de deslizamientos y/o desprendimientos, fallas geológicas activas, desbordes de ríos o de otra naturaleza, que supongan algún riesgo para el personal, insumos e infraestructura del Plan de Rehabilitación.
- La habilitación del campamento deberá ser adaptado a los niveles topográficos disponibles del terreno natural y solo se removerá el suelo donde se coloque la infraestructura, evitando excesivos movimientos de tierra.
- Cuando sea necesario remover capa superficial del suelo durante la construcción u operación del campamento, éste deberá ser retirado y almacenado en pilas para ser luego reutilizado en las actividades de reconformación y revegetación.
- La capa superficial del suelo almacenado deberá ubicarse según lo establecido en el Plan de Desbosque y Revegetación.
- El campamento deberá tener un área de terreno restringida al tamaño mínimo requerido, de preferencia en zonas despejadas, libres de caídas de árboles o troncos que puedan causar accidentes al personal, y alejadas de cualquier condición que favorezca el desarrollo de vectores.
- El campamento deberá contar con una adecuada ubicación de sus instalaciones las cuales estarán adecuadamente señalizadas.
- Se deberá prohibir la introducción de plantas o animales extraños a los ecosistemas que rodean las instalaciones del campamento. Se prohíbe a todo el personal intentar la captura de especies de fauna y recolección de vegetación, así como mantener mascotas (silvestres y domésticas) dentro de los mismos.
- Los residuos generados en el campamento deberán ser manejados de acuerdo al Plan de Manejo de Residuos Sólidos.
- Se deberá evitar la escorrentía de superficie en las áreas de mantenimiento o cerca de las fuentes potenciales de contaminación.
- El agua de lluvia deberá ser manejada según el Plan de Manejo de Aguas Residuales Domésticas con el fin reducir al mínimo los impactos fuera del lugar, como la erosión, inundación e impactos de sedimentación en fuentes de agua.
- El lavado de maquinaria, reabastecimiento de combustible y cambio de aceite se deberán realizar en patios de máquinas impermeabilizados específicamente para este fin.
- Los combustibles y lubricantes se deberán disponer en envases adecuados y rotulados dentro de áreas diseñadas apropiadamente, contar con Pits de contención para almacenamientos de químicos, en cumplimiento con el Plan de Manejo de Sustancias Peligrosas.
- Se deberá contar con personal de seguridad con el fin de proteger a los trabajadores, prevenir robos, restringir el acceso de personas no autorizadas a las áreas del campamento y asegurar que los trabajadores cumplan con las restricciones implantadas en lo referente al contacto con los pobladores de la zona.
- Al abandonar el campamento, se deberán realizar labores de restauración que faciliten la disgregación y aireación del suelo, especialmente en aquellas áreas que hayan sufrido una mayor compactación, y se aplicarán las especificaciones establecidas en el Plan de Desbosque y Revegetación y las Medidas de Abandono.
- El campamento deberá contar con condiciones higiénicas adecuadas que protejan los alimentos y el agua de posibles contaminaciones, responsabilidad que estará a cargo de personal calificado, el cual deberá examinar estas condiciones periódicamente.
- Periódicamente se deberán realizar las actividades de saneamiento ambiental, a través de programas de fumigación y desratización.
- Se deberá realizar el control periódico de insectos por medio de insecticidas en las áreas externas e internas del campamento. El tipo de insecticida deberá ser aprobado por su acción y prolongado poder residual, teniendo en cuenta los riesgos a la salud humana, medio ambiente y especificaciones del producto (MSDS – Material Safety Data Sheets – Hojas técnicas u Hojas de Seguridad del Material).

El saneamiento del campamento tendrá el objetivo de prevenir y controlar la proliferación de mosquitos que transmiten enfermedades (malaria, leishmaniasis, dengue) y plagas domésticas o menores, (cucarachas, moscas) que signifiquen riesgo sanitario e insectos ponzoñosos (avispas, hormigas, abejas) y pongan en riesgo la salud de los trabajadores en el campamento.

- El campamento deberá contar con un Plan de Emergencia Médica (MEDEVAC). El tópico se establecerá en un área para uso exclusivo del servicio médico y deberá estar dotado de equipo de diagnóstico básico, instrumental de cirugía menor y existencias de medicinas que deberán ser reabastecidas oportunamente.
- El campamento deberá contar con sistemas de comunicación, con teléfonos de escritorio, teléfonos celulares y para el campamento y frentes de trabajo teléfonos satelitales.
- Asimismo, se deberá establecer un sistema de comunicación radial instalado en el campamento y vehículos.

5.7.4.3.1. Abastecimiento de Agua

- Para los servicios higiénicos, se deberá utilizar el agua captada del río Pastaza, donde se incluye el consumo directo, uso de cocina, baños, lavado de ropa, etc.
- Antes de realizar cualquier tipo de captación de agua se deberá contar con las autorizaciones de la Autoridad Nacional del Agua y comunicar a los pobladores aledaños.
- Se deberá asegurar que el caudal de agua a captar no altere el caudal ecológico del cuerpo de agua, por ello al momento de identificar el curso de agua próximo deberá registrarse información del caudal, y será usado siempre y cuando supere ampliamente el caudal requerido del campamento.
- Las bombas de captación deberán estar ubicadas en casetas, dentro de un sistema de contención impermeabilizado con una capacidad del 110% del volumen del tanque de combustible del motor, para prevenir que, en un eventual derrame, el fluido hidráulico o combustible afecte el suelo aledaño y pueda alcanzar el cuerpo hídrico.

5.7.4.3.2. Abastecimiento de Energía

- Todos los equipos deberán ser sometidos a mantenimiento continuo y el área donde se encuentren deberá contar con todas las medidas de seguridad requeridas.
- Los generadores eléctricos deberán estar ubicados lejos de las áreas de dormitorios y las áreas de recreación, en la medida de lo posible.
- Los generadores deberán contar con silenciadores.
- Los generadores deberán tener un mantenimiento periódico para garantizar su adecuado funcionamiento.
- Las áreas donde se ubiquen los generadores deberán ser impermeabilizadas, con sistemas de contención del 110% de la capacidad del volumen de combustible del equipo, cercadas perimetralmente y techadas, así mismo deberán contar con la señalización correspondiente.
- Se deberá instalar kits de limpieza en caso de derramen en las áreas donde se ubiquen los generadores, las cuales contaran con paños absorbentes, material absorbente (tipo aserrín o tierra de bentonita, entre otros), palas y contenedores herméticos. Los residuos producto de la limpieza del área se deberán tratar como residuos peligrosos siguiendo los lineamientos establecidos en el plan de manejo de residuos.

5.7.4.3.3. Abastecimiento de Combustible y Lubricantes

- En el campamento y en las zonas de tratamiento donde se realizará las técnicas de bioestimulación enzimática y solidificación (*ex situ-on site*) para el funcionamiento de la maquinaria, se deberá habilitar un área de almacenamiento de combustible, la cual deberá estar ubicada en un lugar que no comprometa al campamento ni a los cuerpos de agua cercanos, según las recomendaciones y lineamientos establecidos en el Plan de Manejo de Sustancias Peligrosas.

- El combustible para los generadores, maquinaria, vehículos y otros equipos, deberá estar debidamente almacenado en áreas acondicionadas.
- El combustible deberá ser almacenado en tanques sobre superficie con un sistema de contención secundario impermeabilizado y con una capacidad de 110% del tanque más grande, de acuerdo con el Reglamento de Protección Ambiental para Actividades de Hidrocarburos (D.S. No. 039-2014-EM) y Reglamento de seguridad para el Almacenamiento de Hidrocarburos (D.S. No. 052-1993-EM), etc.
- Las instalaciones de almacenamiento deberán contar con un dique de contención con un diseño que minimice la ola de combustible en el caso de ocurrir un derrame. Las áreas de almacenamiento deberán contar con extintores y puesta a tierra de acuerdo a los riesgos existentes y a las características del almacenamiento. Asimismo, se deberá contar con el equipamiento necesario frente la ocurrencia de una contingencia (derrame).
- Se deberá prohibir el almacenamiento de combustible en fosas para desechos al aire libre.
- El inventario del combustible recibido y despachado para la ejecución de las actividades de la alternativa de remediación, deberá realizarse en cada ubicación de almacenamiento de combustible. Los dispositivos de control deberán estar en buen estado, calibrado y sellados para evitar eventuales manipulaciones.
- Se sugiere que los tanques de almacenamiento tengan contómetros para realizar la lectura adecuada del volumen de combustible y/o lubricantes.
- Se deberán llenar los formularios apropiados que permitan hacer el inventario. El resultado del inventario deberá ser comparado con los registros acumulados mensualmente de los contómetros de los tanques para llevar un adecuado control de los volúmenes suministrados con el fin de determinar si hay pérdidas.
- Todos los tanques o recipientes de combustibles deberán estar rotulados con su respectivo contenido. Asimismo, en las áreas de almacenamiento de combustible, se deberán instalar señales que prohíban fumar a una distancia menor de 50 m alrededor del lugar donde se hallan dichos recipientes.
- Todas las áreas de almacenamiento de combustible deberán contener las señales la siguiente información:

- Peligro, combustible inflamable;
- No hacer fuego abierto dentro de 50 m;
- No se permiten vehículos o personal no autorizado;
- Apague el motor del vehículo, el radio y cualquier otro equipo electrónico;
- Coloque una cuña debajo de las llantas del vehículo para inmovilizarlo durante la carga y descarga, (para actividades de abastecimiento y suministro de combustible en general);
- No fumar.

5.7.5. Plan de Transporte Terrestre, Aéreo y Fluvial

El Plan de Rehabilitación requiere el transporte de diversa maquinaria y equipo pesado, tuberías, materiales e insumos. El transporte terrestre se realizará por la vía de acceso al Sitio S0104 (Botadero Km 2). El transporte fluvial de toda la maquinaria, irá de Yurimaguas al Sitio S0104 (Botadero Km 2) por el río Pastaza. En cuanto al transporte aéreo se realizará desde Lima, Iquitos o San Lorenzo hacia el aeropuerto de Andoas.

5.7.5.1. *Objetivos*

Establecer las medidas preventivas y de respuesta a ocurrencias y/o emergencias en las operaciones de transporte que puedan afectar las actividades de remediación, la seguridad de las obras, la integridad o salud del personal que laborará durante la ejecución de la alternativa de remediación y de terceras personas, y, por último, a la calidad ambiental del entorno al sitio S0104 (Botadero Km 2).

5.7.5.2. *Alcance*

Las acciones establecidas en el presente plan son aplicables a todas las actividades de transporte y deberán ser implementadas por la empresa encargada de la ejecución de las alternativas de remediación y deberán ser cumplidas por el personal que ingrese al sitio S0104 (Botadero Km 2).

5.7.5.3. *Desarrollo del Plan*

El plan de transporte cubre todas las acciones de carga en todas las etapas de las actividades de remediación, desde su inicio hasta su fin (desmantelamiento).

5.7.5.3.1. Transporte Terrestre

Todos los conductores deberán contar con la licencia de conducir vigente, de acuerdo a la categoría del vehículo que conducirán (según lo indica la Reglamentación del Ministerio de Transporte y Comunicaciones del Perú).

Los operadores deben contar con la experiencia y certificaciones requeridas para el manejo de la maquinaria y/o equipo pesado que corresponda.

En la **Tabla 5-49**, se pueden observar las acciones a implementar tanto para las personas involucradas con el transporte, como para los vehículos. Todas las unidades de transportes livianos y pesados deben contar con un kit antiderrames.

Tabla 5-49. Acciones a Implementar: Personal y Vehículos

Personal	Vehículos
Inducción	Inspección técnica según normatividad del MTC
Curso de manejo vial	Póliza de seguros vigentes
Entrenamiento para el manejo de vehículos 4x4	Programas de inspección periódica y seguimiento
Norma de manejo vehicular	Inspección y certificación de equipos
Uso de cinturones de seguridad obligatorio	Láminas de seguridad para las ventanas del vehículo
Licencias internas	Reinducción luego de desviaciones
Análisis y socialización de accidentes e incidentes	Tarjeta de propiedad vigente

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- Las luces bajas del vehículo deberán estar prendidas durante todo el trayecto del viaje.
- El uso de cinturones de seguridad deberá ser obligatorio para todos los pasajeros.
- La velocidad está determinada por los límites de velocidad fijados a lo largo de las rutas, de acuerdo a las condiciones de la superficie de esta y de acuerdo al clima, o a la proximidad de pueblos o comunidades nativas. Los conductores deberán conducir a una velocidad que les permita mantener la unidad/vehículo bajo control total todo el tiempo.
- Los vehículos a emplearse en las actividades de remediación, deben ser adecuados para el tipo de terreno (trochas) de la zona de trabajo.
- La velocidad en las vías del área no deberá exceder de 30 Km por hora. Se deberá reducir la velocidad al mínimo cuando se pasen cerca a poblaciones a fin de minimizar la generación de polvo o evitar accidentes.
- Se deberá dar aviso previo a la comunidad nativa sobre el paso de vehículos en una zona determinada.
- Se deberá prohibir el traslado de personas ajenas a las actividades de remediación en los vehículos, a menos que se traten de emergencias y estén autorizadas por el responsable del área.
- Los vehículos deberán inspeccionarse previamente al inicio de la jornada de trabajo, estas inspecciones serán documentadas. Cualquier deficiencia encontrada durante la inspección deberá reportarse de inmediato.
- Todos los vehículos deberán tener un programa de mantenimiento para asegurar que las emisiones de combustión serán minimizadas.

- Las rutas a emplearse deberán ser inspeccionadas de manera previa, a fin de asegurar que se encuentren en condiciones seguras para su uso. De ser necesarios y realizarán trabajos previos de acondicionamiento y señalización, de manera coordinada con la comunidad nativa y líderes de la comunidad o autoridades correspondientes
- Como mínimo, el vehículo debe contar con el siguiente equipo de seguridad: Extintor (tipo ABC) asegurado/montado dentro de la cabina, botiquín de primeros auxilios, llanta de repuesto y gato, cables de batería, linterna, medidor de presión, un medio de advertencia como luces de bengala o triángulos iluminados, conos de tráfico o postes delineadores (mínimo dos) y chalecos reflectivos de seguridad.
- Se brindará capacitación a los conductores sobre el Código de Conducta aplicable y charlas sobre aspectos de seguridad y manejo defensivo, límites de velocidad, respeto a las señales reglamentarias, etc.

5.7.5.3.2. Transporte de Residuos Terrestre

Durante la ejecución de las actividades de remediación, se realizará transporte de residuos peligros desde el centro de acopio temporal de los residuos hasta el embarcadero. Para este proceso de debe dar cumplimiento a los requerimientos del D.S. No 021-2008-MTC y sus modificatorias (Reglamento nacional de Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos), en los cuales se debe:

- Contar con el permiso de operación especial para transporte de materiales y/o residuos peligrosos por carretera.
- Contar con licencias de conducción de categoría especial para los conductores de las unidades de transporte de sustancias químicas y/o residuos peligrosos, de acuerdo al Capítulo III, del D.S. 21 del 2008.
- Se debe separar y apartar o aislar residuos peligrosos, de acuerdo con la compatibilidad que existe entre ellos, de acuerdo libro naranja reglamento de las Naciones Unidas para el transporte de mercancías peligrosas.
- Se debe contar con tarjeta de emergencias donde se defina; la identificación de los productos químico, identificación de peligros, controles de exposición y protección personal, medidas de primeros auxilios, medidas para extinción de incendios y medidas en caso de vertido accidental.
- Debe contar con programas de mantenimiento preventivo de los equipos y vehículos que se empleen.
- Los contenedores que se usen en el transporte de materiales y residuos peligrosos deberán cumplir con lo señalado en el libro naranja reglamento de las Naciones Unidas para el transporte de mercancías peligrosas.
- Contar con equipo de protección personal y equipo de protección personal especializado en recolección y limpieza de derrames.
- Se debe informar y capacitar al personal operativo de transporte sobre los tipos y riesgos de los residuos que se manejan y las medidas de emergencia frente a un accidente, de acuerdo al capítulo VI del D.S. 21 del 2008.
- Supervisar el movimiento de los residuos, de forma que no queden restos de vertido de residuos y verificar que el embalaje que contiene los residuos peligrosos concuerde con el tipo y característica y volumen indicado en la hoja de seguridad.

Los vehículos que se van a emplear para el transporte de los residuos peligrosos, deben cumplir con los requerimientos:

- Los vehículos destinados al transporte de sustancias químicas y/o residuos peligrosos, debe contar con habilitación de cada uno de los vehículos y/o unidades de carga, D.S. No 021-2008-MTC y sus modificatorias (Reglamento nacional de Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos), proceso que se realiza de manera conjunta con el permiso especial para operación de servicios de trasporte de Materiales y/o Residuos Peligrosos, con la entidad de MINAM.
- Debe contar con una póliza de seguro que cubra los riesgos derivados del transporte de residuos peligrosos, desde la recepción de la carga hasta su entrega a la empresa gestora, que cubra los

gastos que puede ser ocasionado por los daños personales, materiales y ambientales derivados de los efectos de un accidente generado por la carga.
- Debe contar con un plan de contingencia de transporte de materiales y residuos peligrosos, el cual debe ser aprobado por la MINAM. De acuerdo al D.S. No 021-2008-MTC y sus modificatorias (Reglamento nacional de Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos).
- Contar con un sistema especial y exclusivo para el almacenamiento y transporte de residuos peligrosos utilizando contenedores y unidades de transporte según estándares.
- Los vehículos solo podrán usarse para dicho fin, salvo que sean utilizados para el transporte de sustancias peligrosas de similares características.
- Deben contar con cubrimiento, para que el movimiento y las acciones a que se someta el vehículo no sea causa de vertido.
- Se sugiere que los vehículos sean de color blanco, que permita ser visualizado a distancia y de noche.
- Identificación en color rojo del tipo de residuo que transporta en ambos compartimientos de carga del vehículo, el cual pueda ser visualizada a 50 metros de distancia.
- Número de registro emitido por la MINAM en ambos lados del vehículo, en un tamaño de 40 por 15 centímetros.

5.7.5.3.3. Transporte Aéreo

El transporte aéreo deberá ser de personal y posiblemente carga mínima en las rutas Lima-Iquitos-Nuevo Andoas, donde se encuentra una base aérea.

Toda aeronave al contratarse para las actividades de remediación deberá ser auditada antes del inicio de actividades, ya sea para el transporte de pasajeros y/o carga. La auditoría debe ser llevada a cabo por personal calificado y especializado en consultoría aeronáutica.

Toda aeronave deberá seguir las rutas de vuelo establecidas. Asimismo, se debe contar con un manual de operaciones que incluya como mínimo:

- Responsabilidades de los miembros de la tripulación
- Entrenamiento y calificación de los miembros de la tripulación
- Responsabilidades en el pre-vuelo
- Limitaciones meteorológicas
- Comunicaciones
- Procedimientos de aproximación y partida
- Procedimientos de emergencia

- Durante la realización de sobrevuelos se deberá considerar lo siguiente:

  - Los sobrevuelos se deben realizar exclusivamente en condiciones meteorológicas visuales óptimas.
  - No se debe volar a altitudes de seguridad menores a las establecidas por la autoridad aeronáutica local, a menos que dispongan de autorización especial emitida por dicha institución.
  - Deberá prohibirse el transporte de personas que no estén involucradas directamente con las actividades de remediación.

5.7.5.3.4. Transporte de Pasajeros

- Deberá prohibirse fumar a bordo de las aeronaves, así como utilizar teléfonos satelitales o celulares.
- El ámbito de espera de pasajeros no debe estar nunca en la línea de aproximación o alejamiento de las aeronaves. Los pasajeros seguirán estrictamente las indicaciones de la tripulación y/o Supervisor.
- No se deberá transportar en la cabina de pasajeros aquellos objetos que puedan ser peligrosos por su naturaleza, por más que sean considerados como "personales".

- Los pasajeros deberán ser provistos de protectores auditivos e instruidos acerca de su uso apropiado, deberán ser transportados sentados en sus respectivos asientos, con el cinturón de seguridad ajustado y la puerta de acceso de la aeronave cerrada.
- Todos los pasajeros deben ser informados acerca de los procedimientos de emergencias y de cualquier otra norma de seguridad antes de cada vuelo. La información de seguridad para los pasajeros deberá incluir, pero no estará limitada a: descripción general de la aeronave, procedimientos para acceso y abandono de la aeronave.
- No se deberá permitir el abordaje de personas que, evidentemente, se encuentren bajo los efectos de drogas o alcohol.
- Una vez en la aeronave, los pasajeros deberán permanecer sentados y sin cinturón de seguridad, el que será colocado y ajustado una vez que se hayan cerrado las puertas de acceso de la aeronave, previamente a la puesta en marcha. Deberá ser obligatorio el uso del cinturón de seguridad toda vez que esté encendida la señal que así lo indica. En vuelo, está prohibido quitarse el cinturón de seguridad, por más que se haya apagado el cartel indicador.
- Durante el vuelo, el uso de GPS por parte de un pasajero está condicionado a la autorización del comandante de la aeronave.

5.7.5.3.5. Transporte de Carga

- Ninguna persona ajena a la tripulación deberá accionar elementos o equipos de las aeronaves (puertas, escaleras, ventanas, portalones de carga, etc.).
- Los operarios no deben usar casco protector.
- No se deberá permitir ninguna carga a la máquina sin ser previamente pesada e inspeccionada. La carga interna debe permanecer protegida por una red durante todo el vuelo. No se deberá transportar ninguna persona, a excepción de tripulantes auxiliares, con carga interna.
- Deberá prohibirse el transporte de personas cuando se realice el transporte de carga externa.
- El personal de superficie para apoyo de enganche y desenganche deberá permanecer lateral a la línea de vuelo de la máquina mientras se aproxima a despegar o descargar con carga.
- Se debe informar a la tripulación el tipo de carga que se enganchará y su peso.
- Ninguna persona debe realizar tareas de apoyo a la carga sin haber recibido un curso teórico-práctico de cómo desempeñar dicha tarea.
- Antes de enganchar, el cargo master deberá ser el responsable de controlar el estado de la chingura y de verificar que la carga sea enganchada correctamente.

5.7.5.3.6. Transporte Fluvial

Durante la ejecución de las actividades de remediación, el acceso ubicado cerca de la ribera del río Pastaza, desde la ciudad de Yurimaguas, que se encuentra en el río Huallaga, hasta la CC.NN. de Nuevo Andoas será vía fluvial.

Para el transporte de carga (materiales y combustible) se deberán utilizar embarcaciones (barcazas y/o pongueros) de diferente calado. Las barcazas deberán contar con almacenes apropiadas para el transporte de combustible. Todos los medios de transporte fluvial que se utilicen durante las actividades de remediación se ajustarán a los requerimientos de las normas y políticas de seguridad.

- Procedimientos y guías generales de seguridad en el transporte:

- Requisitos de inspecciones e identificación de botes o naves.
- Guías para el uso de deslizadores y canoas.
- Reglas de aprovisionamiento de combustible.
- Límites de velocidad.

- Durante el transporte de carga pesada, el capitán de la embarcación será el responsable de las medidas de seguridad. En caso de embarcaciones menores (deslizadores, botes) el responsable será el motorista de la embarcación.

- Toda embarcación que transporte materiales o personal de la empresa, sus contratistas o subcontratistas, debe estar previamente autorizada.
- Las embarcaciones utilizadas en las actividades de remediación se deberán mantener en buen estado de funcionamiento y se llevarán registros de mantenimiento, a fin de mantener las emisiones gaseosas y los niveles de ruido permitidos.
- Se debe mantener un inventario de todas las embarcaciones utilizadas para las actividades de remediación, el cual deberá incluir como mínimo, los siguientes datos:

- Tipo, tamaño y capacidad de las embarcaciones.
- Características de flotabilidad. o Límites de carga de equipo.
- Capacidad máxima de pasajeros.
- Equipo de seguridad.
- Número y ubicación de flotadores.
- Número y ubicación de extintores.

- Antes del zarpe de las embarcaciones, se realizará una auditoría interna, verificando la correcta implementación del bote en cuanto al equipo médico y de seguridad (extintores, salvavidas con cables de nylon, botiquines, equipos de contención de derrames de combustibles, chalecos salvavidas), debe contar con radiobaliza.
- Todo el personal en la embarcación usará chalecos salvavidas durante el trayecto. Se deberá asegurar que estos equipos se encuentren en perfectas condiciones.
- Los pasajeros de las embarcaciones deberán desamarrarse los zapatos o quitarse las botas durante la navegación.
- Es responsabilidad de los capitanes y patrones de las embarcaciones reportar su posición diariamente y de acuerdo a los horarios previamente establecidos.
- Queda prohibida la navegación en horas de la noche.
- Ante ocurrencia de incidentes, derrames o accidentes con las embarcaciones, la tripulación deberá comunicarse inmediatamente con el campamento base a través de la radio de la embarcación.
- Todos los incidentes deberán ser registrados y reportados a través de la presentación de un informe escrito.

- <u>Aspectos Sociales</u>

- La tripulación de todas las embarcaciones que estén realizando las actividades de remediación deberán mostrar un trato cordial y respetuoso hacia las poblaciones locales, comunidades nativas y navegantes. Se respetarán sus derechos, costumbres y actividades cotidianas.
- Se deberá reducir la velocidad de las embarcaciones en caso de encontrarse a una distancia mínima de 200 m de los puertos, centros poblados o de las comunidades nativas al borde del río Pastaza o río Marañón. La velocidad relativa máxima de las embarcaciones dependerá de las condiciones de navegación del río.
- Se deberá prohibir el transporte de población local en las embarcaciones, salvo casos de emergencias médicas o catástrofes.
- Se deberá prohibir la compra, venta y consumo de alcohol dentro de las embarcaciones.
- Se recomienda tener cuidado para evitar hundimientos o colisiones con otras embarcaciones, especialmente rápidos o peque que tengan un francobordo mínimo.
- Las embarcaciones menores (botes y deslizadores) deberán viajar de día, quedando prohibido pernoctar en caseríos y poblados. Las embarcaciones mayores (barcazas, chatas y remolcadores) sólo podrán pernoctar en aquellas áreas previamente autorizadas, salvo en casos de emergencia.
- Las embarcaciones deben usar la sirena (corneta o bocina) antes de cada curva durante la navegación.

- Aspectos Ambientales

- Se deberá prohibir la caza, la pesca y la recolección de géneros vegetales y/o animales para todos los trabajadores relacionados con las actividades de remediación. Por ello, durante la navegación en los ríos y/o cualquier tipo de cuerpo de agua estará terminantemente prohibida la captura y el comercio de animales como lagartos, tortugas, peces, otras especies de la fauna acuática y/o sus huevos; así como, extraer especies de la flora local para uso propio y/o para comercialización.
- Los residuos sólidos que produzcan las embarcaciones, sea orgánica o inorgánica, no podrá ser arrojada al río. Esta basura se guardará en las naves, se seleccionará y se depositará en el campamento para su segregación y posterior disposición final.
- El cambio periódico de aceite de los motores de las embarcaciones, se realizará con mucha precaución, evitándose la contaminación de las aguas del río con dicho material.
- Los equipos necesarios para la contención y manejo de posibles derrames y/o fugas deberán estar disponibles en el campamento y en cada embarcación tendrá un kit en caso se dé un derrame y/o fuga accidental.
- No se deberá perturbar o aproximarse a animales observados en los márgenes de cualquier cuerpo de agua.

- Aspectos Operacionales

- Las embarcaciones utilizadas para el transporte de combustibles serán inspeccionadas, por el supervisor HSE. Por ningún motivo las embarcaciones que transportan combustibles deberán utilizar cables de acero para sus amarres, (para evitar generar chispas al rozar con la cubierta.
- El combustible se deberá transportar en barcazas cisterna o en motochatas debidamente autorizadas. Estas embarcaciones cuentan con equipos de comunicación, cuarto de controles, mapas y equipos para su ubicación.
- Las embarcaciones que transporten combustible deberán estar provistas de material absorbente suficiente para contener 50 galones de combustible en caso de un derrame accidental.
- Al transportar carga de tipo peligroso como combustibles, la embarcación se deberá destinar exclusivamente a ese propósito y la tripulación se limitará al personal necesario según la capacidad de la embarcación. No se transportará pasajeros en estos viajes.
- Las embarcaciones mayores (motochatas, barcazas) deberán viajar con un deslizador auxiliar, siendo esta condición obligatoria para aquellas embarcaciones que transportan combustibles durante todo su recorrido.
- Las embarcaciones deberán contar con el respectivo seguro de acuerdo a la ley y con los equipos respectivos de navegación. El personal no abordará ninguna embarcación que no reúna estos requisitos.
- Las embarcaciones con motor a gasolina, deberán estar siempre en óptimas condiciones de operación y de limpieza, para ello serán sometidas periódicamente a mantenimiento. Se deberá llevar un registro del mantenimiento.
- Las cubiertas y pantoques de las embarcaciones deben mantenerse libres de grasa, aceite y desperdicios.
- La recarga de combustibles se deberá realizar preferentemente fuera de los cursos de agua (puertos autorizados, muelle del campamento). Antes del zarpe de las embarcaciones, se deberá verificar el contenido de combustibles de la embarcación.
- Los residuos sólidos que produzcan durante el transporte fluvial, se deberán almacenar temporalmente en las naves, y serán entregados en el puerto o embarcadero para su segregación y posterior disposición final.

5.7.6. Plan de Control de Ruidos y Emisiones

Durante las diferentes etapas de las actividades de remediación, se generarán partículas de emisiones a la atmósfera y al mismo tiempo, se generarán ruidos, debido principalmente a las obras de adecuación del campamento, el transporte de algunos equipos de remediación, motores de los equipos, generadores y demás maquinaria que emiten emisiones a la atmosfera.

5.7.6.1. *Objetivos*

Establecer las medidas de manejo para atenuar y/o minimizar los ruidos y las emisiones a la atmósfera, que se generarán durante las diferentes etapas del Plan de Rehabilitación, para el Sitio S0104 (Botadero Km 2).

5.7.6.2. *Alcance*

Las acciones establecidas en el presente plan son aplicables a todas las actividades del plan de rehabilitación, y deberán ser implementadas y ejecutadas por aquella empresa seleccionada para ejecutar las acciones de remediación.

5.7.6.3. *Desarrollo del Plan*

En el presente Plan se describirán las medidas de manejo para las emisiones y ruido.

5.7.6.3.1. Control de Emisiones

- Manejo de Emisiones de Polvo

- Durante la construcción y el transporte, los caminos deberán ser rociados con agua antes del paso de camiones en las áreas cercanas a las áreas pobladas. Corresponde realizar un acuerdo entre la empresa ejecutora y la operadora para riego y mantenimiento de vías.
- Se deberá contar con los permisos y autorización correspondientes por parte de las autoridades competentes para el uso del agua que será utilizada para el regado de los caminos de accesos.
- Se deberán aplicar los límites máximos de velocidad en caminos no pavimentados que cruzan cerca de las comunidades nativas.

- Manejo de Emisiones de Vehículos

- Los vehículos usados cumplirán con la legislación nacional aplicable, que establezca los Límites Máximos Permisibles (LMP) para las emisiones de vehículos. Se sugiere que no se permita la operación de vehículos o maquinarias que no cumplan con las normas de emisión, y se llevará un registro de revisiones periódicas y las pruebas de emisiones anuales.
- El contratista a cargo deberá proporcionar certificados de emisión antes de usar los vehículos y maquinarias en el Plan de Rehabilitación.
- Se recomienda que si se observa cualquier vehículo que emite humo negro o grandes cantidades de humo por más de cinco (5) minutos consecutivos (sin contar el tiempo de arranque del motor), este será retirado del área de trabajo hasta que sea sometido a prueba nuevamente, reparado y cualquier otra medida de mitigación requerida implementada con el fin de asegurar que cumpla las normas de emisión requeridas.
- Cualquier vehículo con emisiones inaceptables será retirado de servicio y será reparado según sea necesario antes de volver al servicio.
- Se deberá realizar un mantenimiento preventivo a todas las unidades móviles.
- Durante el manejo de vehículos se minimizará el uso de claxon.

- Manejo de Emisiones de Equipos Estacionarios

- Los equipos serán operados de acuerdo a las especificaciones del fabricante.
- Se deberá realizar un mantenimiento preventivo a todos los equipos y maquinarias que así lo requieran para el desarrollo de las acciones para la remediación.

5.7.6.3.2. Manejo del ruido

- Funcionamiento de Fuentes Fijas y Móviles

- Será obligatorio el uso de silenciadores en los escapes de vehículos, maquinaria y equipo pesado. Se debe realizar mantenimiento en todos los sistemas de silenciadores, cuando sea necesario, con el fin de asegurar un funcionamiento adecuado.
- Los grupos electrógenos y compresores serán ubicados lejos de las áreas de dormitorios y las áreas de recreación.
- El personal de mantenimiento de los equipos, maquinarias y vehículos velará por el correcto funcionamiento de los dispositivos para la reducción de ruido.
- Se realizará un monitoreo de la calidad de aire y ruido de acuerdo a lo estipulado en el Plan de Control y Monitoreo en la ejecución de las medidas de remediación.

5.7.7. Plan de Manejo de Aguas Residuales Domésticas y Manejo de Lixiviados

Este documento establece los lineamientos generales para organizar las actividades de manejo y tratamiento de las aguas residuales domésticas, así como el Manejo de aguas de lluvia (escorrentía) generados en el campamento.

El tratamiento que se realizara a las aguas residuales domésticas y aguas de lluvia dependerá del tipo de campamento y del volumen que se genere en el campamento.

5.7.7.1. *Objetivos*

- Manejar adecuada y responsablemente las aguas residuales domésticas generadas en el campamento, de manera que se conserve el medio ambiente y no se comprometa la salud y seguridad de los pobladores locales y trabajadores.
- Controlar el agua de lluvia (escorrentía), definiendo las medidas técnicas y de manejo ambiental para su adecuada disposición, con el fin de minimizar al máximo los impactos ambientales que puedan generar.
- Minimizar el riesgo de contaminación del suelo, de las aguas superficiales debido a una descarga de aguas residuales domésticas sin tratamiento previo.
- Cumplir con todos los requisitos de protección ambiental locales y gubernamentales aplicables al tratamiento y el vertido de aguas domésticas.

5.7.7.2. *Alcance*

El Plan de manejo se aplicará en el campamento, las medidas de manejo deberán ser implementadas y ejecutadas por aquella empresa seleccionada para ejecutar las acciones de remediación.

5.7.7.3. *Desarrollo del Plan*

Los efluentes domésticos se generarán en el campamento base y deberán ser tratados hasta cumplir con los estándares aplicables en la normatividad peruana y de acuerdo con las características del campamento que se habilitará y a la población que cada campamento albergue. Posteriormente a su tratamiento, los efluentes deberán ser descargados en el río Pastaza, previo monitoreo de control de calidad, para verificar el cumplimiento con los Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento Residuales Domésticas o Municipales, D.S. N° 003-2010-MINAM.

En base a lo establecido en el Artículo 31 del Reglamento de Procedimientos Administrativos para el Otorgamiento de Autorizaciones de Vertimiento y Reúso de Aguas Residuales Tratadas, (RJ Nº 218-2013-ANA) se deberá tramitar la obtención de la Autorización de Vertimiento de Aguas Domésticas Tratadas ante la Autoridad Nacional del Agua (ANA).

5.7.7.3.1. <u>Clasificación de las Aguas Residuales Domésticas</u>

Las aguas residuales domésticas se clasifican, según su origen, como aguas grises y aguas negras.

- Aguas Grises: Se definen como los efluentes provenientes de la lavandería, cocina, duchas y lavaderos los cuales pasan por una trampa de grasa antes de ser descargados al ambiente por infiltración natural o derivados a la planta de tratamiento biológico.
- Aguas Negras: Son aquellas provenientes de los servicios sanitarios.

5.7.7.3.2. Abastecimiento de Agua para los Servicios Higiénicos

Para los servicios higiénicos se deberá utilizar el agua captada del río Pastaza, el requerimiento de agua estimado es de aproximadamente 250 litros/persona/día, e incluye el consumo directo, uso de cocina, baños, lavado de ropa, etc. En general, se ha estimado un volumen de consumo diario de 9000 litros de agua (9.00 m^3/día) para las labores del campamento.

5.7.7.3.3. Medidas Específicas para el Tratamiento y Disposición de Aguas Residuales Domésticas

El agua residual deberá ser tratada para proteger la salud pública, la salud de los empleados y preservar el medio ambiente. Para este fin se deberán instalar sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas, con el propósito de eliminar toda contaminación química y bacteriológica del agua que pueda ser nociva para los seres humanos, la flora y la fauna de manera que el agua sea dispuesta en el ambiente en forma segura. El proceso, además, deberá ser optimizado de manera que la planta no produzca olores ofensivos hacia el ambiente, mediante procesos biológico conocido como "Aireación Extendida" o "Digestión Aeróbica", de la siguiente manera:

- Tratamiento de Aguas Grises

Las aguas grises serán recolectadas y llevadas directamente a una trampa de grasa. Esta trampa realizará un tratamiento de los desagües provenientes del comedor y cocina, mediante la sedimentación y flotación, donde se retendrá y recuperará el aceite, el cual se colectará y se almacenará en cilindros para su transporte y disposición final adecuada, según el Plan de Manejo de Residuos Sólidos.

Las características de las trampas de grasa (**Figura 5-29**), son las siguientes:

- Debe ser de material de fácil transporte y/o material que pueda ser removido fácilmente.
- Debe ser hermética, para no generar malos olores.
- Debe ser resistente a la acción de los químicos y bacterias que se puedan encontrar en este sistema.
- La operación y mantenimiento deben ser sencillos y rápidos de ejecutar.
- Debe ser de diseño y desempeño comprobado.
- No deberá presentar grietas ni fisuras en su estructura.
- Se deberá realizar la eliminación de la grasa cuando el volumen alcance un espesor equivalente al 50% de la altura del líquido en ella.
- La trampa de grasa estará ubicada en lugar de fácil acceso y en la proximidad de la cocina y comedor.
- Se deberán instalara una trampa de grasa con dos cámaras, o dos trampas de grasas para alcanzar la capacidad estimada de 8 litros por persona.

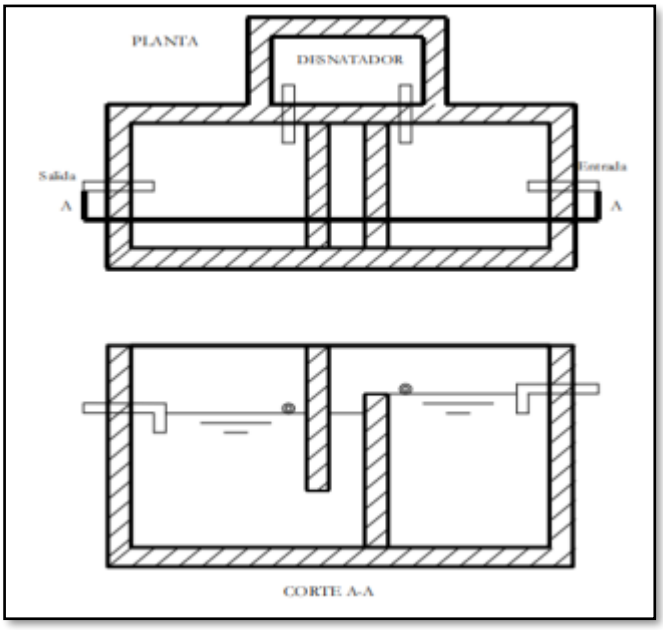


Figura 5-29. Esquema Típico de Trampa de Grasas
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- Tratamiento de Aguas Negras

A continuación, se expone de forma esquemática el sistema de tratamiento agua residual doméstica (ver **Figura 5-30**).

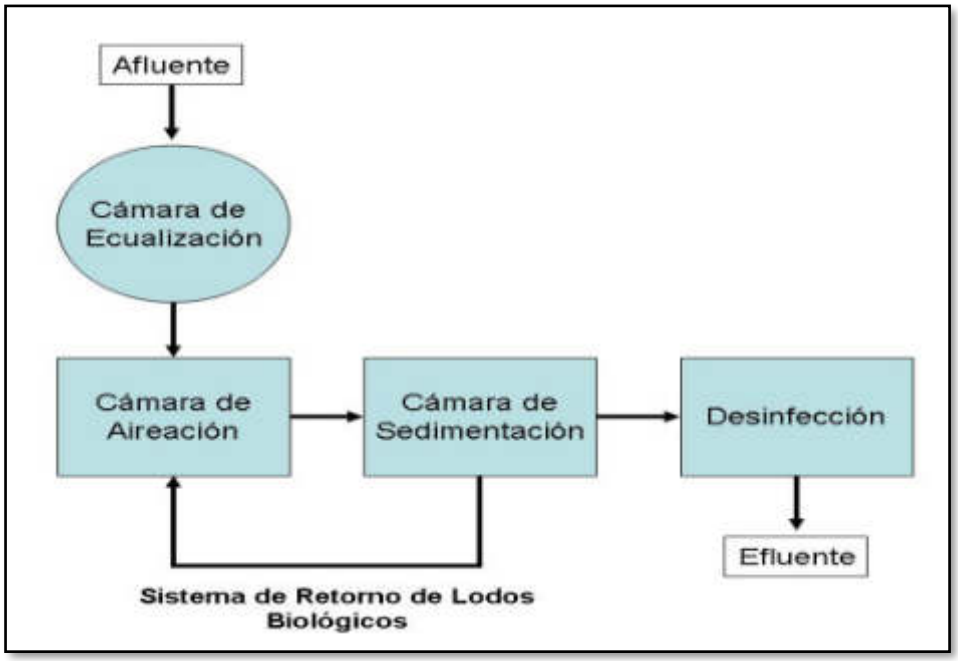


Figura 5-30. Esquema del sistema de Tratamiento de Aguas Residuales
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- Cámara de Rejas

Permite eliminar los sólidos orgánicos gruesos, así como partículas inertes como arenas, arenillas y cualquier otro material intratable (no digerible) como plásticos, latas, papeles etc.

- Cámara de ecualización

Deberá ser instalada como punto final de la línea de desagüe y de este punto se impulsará el efluente hacia la cámara de aireación. Esta cámara tiene como función homogenizar y triturar los sólidos contenidos en el efluente por medio de una bomba para aguas negras instalada en su interior.

- Cámara de aireación

En esta cámara aeróbica, el efluente está en constante agitación mediante la inyección de aire (aireación extendida) en cantidades calculadas, permitiendo el crecimiento de una colonia de microorganismos aeróbicos (bacterias, algas, protozoos y otros microorganismos) que digieren la materia orgánica biodegradable presente en el efluente.

- Cámara de Decantación

Esta cámara permite la clarificación del agua por sedimentación; en esta cámara no hay turbulencia que interfiera con el proceso de sedimentación de los sólidos en suspensión que pudieran haber pasado de la cámara de aireación, los mismos que son decantados para favorecer su precipitación y ser recirculados hacia la cámara de aireación, donde se reincorporan en el proceso de digestión por microorganismos.

- Cámara de Contacto (Desinfección)

El efluente es obligado a pasar por un sistema de desinfección por erosión, la aplicación de cloro tiene la finalidad de eliminar la contaminación bacteriana contenida en el efluente.

- Disposición final de efluentes

Los efluentes provenientes de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas podrían ser infiltradas en superficie, si se desarrollara un monitoreo previo de control de calidad, para verificar el cumplimiento con los Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento Residuales Domésticas o Municipales D.S. N° 003-2010-MINAM.

- Disposición de Lodos

Los lodos de las plantas de tratamiento serán retirados al terminar el proyecto de Rehabilitación y, según especificaciones del manual de la planta. Debido al bajo caudal, la extracción de lodos será mínima, ya que dicho lodo se recirculará a la unidad de aireación para mejorar la masa bacteriana y degradar mejor la materia orgánica presente en dicha unidad, sin embargo, de existir una producción de lodos en exceso, este se manejará como Residuos Industriales Peligrosos, de acuerdo a los lineamientos establecidos en el Plan de Manejo de Residuos del presente documento, en tal sentido, el lodo en exceso que se genere en la planta de tratamiento será retirado en recipientes herméticos para ser trasladados y dispuestos a un relleno sanitario autorizado por una empresa prestadora de servicios de recolección de residuos sólidos, conforme lo indica la normativa vigente.

- Registros

Monitoreo Diario: Se realizarán controles operativos diarios de pH, cloro libre, turbiedad y caudal promedio. Estas mediciones se realizarán en diferentes horarios, preferentemente en horas de mayor descarga.

Monitoreo: Se realizarán controles mensuales de los parámetros descritos en el Plan de Monitoreo de la Calidad Ambiental. El monitoreo del efluente será complementado con la evaluación de la calidad del cuerpo receptor aguas arriba y abajo del punto de vertimiento, con la finalidad de evaluar la influencia del vertimiento sobre el mismo. Los resultados serán contrastados con los estándares nacionales para calidad de agua.

5.7.7.3.4. Desarrollo del Plan para manejo de letrinas en Campamento de Obra

El campamento deberá servir de alojamiento provisional para aproximadamente 50 trabajadores en el frente de trabajo, este campamento a medida que avance el programa de remediación deberá ser habilitado y todas las cuadrillas de trabajo deberán utilizar el mismo campamento. Para los servicios de saneamiento se usarán Letrinas Sanitarias.

Las letrinas son estructuras que se construyen para disponer material fecal sin arrastre de agua, con la finalidad de proteger la salud de las personas y evitar la contaminación del suelo, aire y fuentes de aguas subterráneas. Deberán instalarse en el campamento de acuerdo a la cantidad de personal, teniendo en cuenta las siguientes características:

La instalación de las letrinas deberá cumplir con las siguientes distancias mínimas:

De letrina a pozo de agua: 15 metros;
De letrina a vivienda: 5 metros;
De letrina a comedor: 5 metros.

- El suelo, debe presentar una consistencia que permita la excavación del foso sin deformaciones en su interior. Debe ubicarse en terrenos que no presenten riesgos de deslizamientos de tierra.
- Debe ubicarse en terrenos secos y en zonas libres de inundaciones previa observación de los niveles de inundación en época de invierno.
- La distancia mínima vertical entre el fondo del foso de la letrina y el nivel freático debe ser de 3 metros en época lluviosa.
- La letrina deberá estar protegida de los efectos climáticos, vectores y animales.
- El perímetro de la letrina deberá prevenir la entrada de agua de lluvia.
- La letrina sanitaria debe dotarse de un recipiente con hipoclorito de calcio y tierra, mezcla que se adicionará al foso cada vez que se utilice el sistema.

Con el funcionamiento de la planta se garantizará que el vertimiento de estos desechos cumpla con lo que se establece en las Autorizaciones de Vertimiento y Reúso de Aguas Residuales Tratadas, (RJ Nº 218-2012-ANA).

5.7.7.3.5. Control de Agua de Lluvia y de Escorrentía en el Centro de Acopio Temporal de los Residuos

Para evitar la mezcla de agua lluvia y de agua de escorrentía, con el centro de acopio temporal de los residuos, se recomienda realizar la recolección y conducción de manera adecuada, con el fin de evitar la dispersión de agua contaminada, para ello se requiere:

- Crear un canal perimetral, con el fin de que las aguas de escorrentía, que entren en contacto con el contaminante sean conducidas de manera adecuada hacia el canal perimetral en el cual contara con cubrimiento de geomembrana para impedir el paso del contaminante al suelo.
- Construir canaletas o cunetas que rodeen el centro de acopio, en el borde externo que rodea la canaleta, se deberá tener una pendiente en dirección contraria que impida el aumento de agua de escorrentía que se dirige al canal perimetral.
- Se deberá proteger el área del centro de acopio temporal de los residuos y el canal perimetral por medio de carpas.
- Se deberá contar con un equipo de bombeo, que tenga capacidad de sólidos (bombas de desplazamiento positivo rotativo PD75), esto debido al material particulado que puede llegar al canal perimetral.

En la **Figura 5-31**, se presenta el esquema de la sección transversal del canal perimetral.

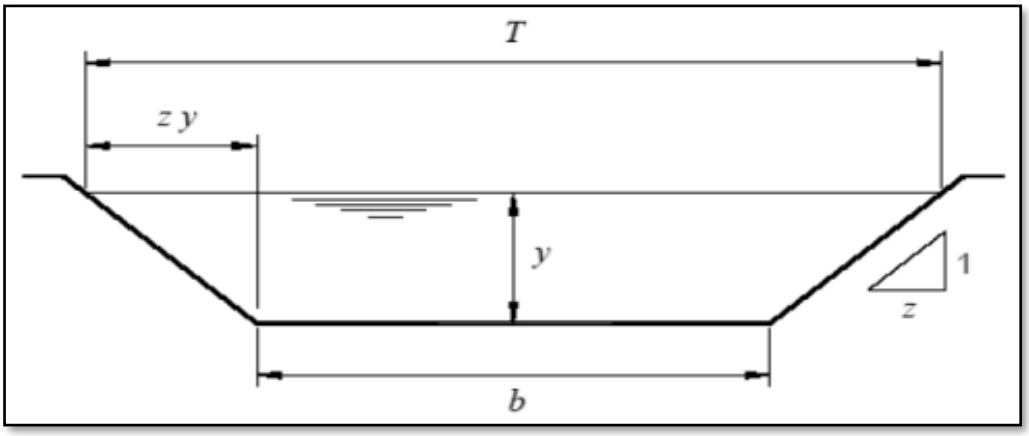


Figura 5-31.Canaleta perimetral vista frontal
Fuente: Universidad Nacional De Ingeniería de Perú, 2001.

El valor de los taludes que presenta en l**,** con la letra (Z), depende del tipo de material, como se puede ver en la **Tabla 5-50**.

Tabla 5-50. Materiales de Talud

Material	Talud (Z)
Roca dura y sana	0
Roca fisurada	0,5
Suelos cementados, firmes	1
Suelo arcilloso	1,25
Suelo arenoso	1,5
Arena	2 o más

Fuente: Tomado de Universidad Nacional De Ingeniería de Perú, 2001.

5.7.8. Plan de Manejo de Sustancias Peligrosas y Residuos Peligrosos

El Plan de Manejo de Sustancias Peligrosas presenta los lineamientos generales sobre el transporte, almacenamiento y manejo de combustibles, lubricantes, explosivos y productos químicos en general a ser usados durante las actividades de remediación.

Las sustancias peligrosas son elementos, insumos, productos y subproductos, o sus mezclas, en estado sólido, líquido y gaseoso que, por sus características físicas, químicas, toxicológicas, de explosividad u otros, representan riesgos para la salud de las personas, el medio ambiente y la propiedad.

Dentro del presente plan, el término "Sustancias Peligrosas" incluye: combustibles, lubricantes, explosivos y productos químicos en general. Sin perjuicio de lo establecido en las normas internacionales vigentes para el país o las reglamentaciones nacionales específicas, se consideran sustancias peligrosas las que presenten por lo menos una de las siguientes características: auto combustibilidad, explosividad, corrosividad, reactividad, toxicidad, radioactividad o patogenicidad.

5.7.8.1. *Objetivos*

- Establecer los lineamientos generales sobre el almacenamiento, transporte, manejo y disposición final de sustancias peligrosas, para minimizar los potenciales riesgos de derrames y emisiones al ambiente, y la afectación de la seguridad y salud del personal del Plan de Rehabilitación y los pobladores locales.
- Establecer los lineamientos para la operación segura y correcta de todos los equipos y del almacenamiento de los materiales peligrosos.
- Establecer los lineamientos para las instrucciones y procedimientos sobre Higiene y Seguridad.

- Establecer las instrucciones y procedimientos en caso de emergencias con los materiales peligrosos.

5.7.8.2. *Alcance*

Los lineamientos establecidos en el presente plan son aplicables a las actividades de remediación, y deberán ser implementados y ejecutados por aquella empresa seleccionada para ejecutar las acciones de remediación, donde se haga uso de: combustibles, productos químicos y productos explosivos.

5.7.8.3. *Desarrollo del plan*

5.7.8.3.1. Consideraciones Generales

- Hojas de Seguridad de Materiales (MSDS)

Las hojas de seguridad de materiales de todas las sustancias peligrosas que se utilicen, durante las actividades de remediación se deberán mantener actualizadas y deben contener información en base a los estándares internacionales. Las hojas de seguridad (en los lugares de almacenamiento) deberán estar en un lugar visible y en idioma español.

- Transporte

El transporte de sustancias peligrosas en general se deberá realizar en cilindros bien asegurados y/o envases adecuados para evitar pérdidas o derrames por roturas o caídas. El transporte de productos químicos y combustibles desde el campamento y frentes de trabajo se deberá realizar como carga externa, quedando prohibido el transporte de pasajeros de manera simultánea.

- Almacenamiento

En el almacenamiento de productos químicos en general, incluyendo lubricantes y combustibles, se evitará la contaminación del aire, suelo y cuerpos de agua y se seguirán las indicaciones contenidas en las hojas de seguridad (MSDS). Para ello, el almacenamiento se realizará protegiendo y/o aislando los productos químicos y combustibles de los agentes ambientales, y se realizará en áreas impermeabilizadas y con sistemas de contención.

Como una medida para reducir los riesgos de contaminación, todas las áreas de almacenamiento de productos químicos, combustibles y lubricantes estarán situadas lo más lejos posible de cuerpos de aguas superficiales y provistas de los equipos necesarios para casos de derrame de acuerdo al Plan de Contingencias.

- Señalización

Todos los tanques o recipientes de sustancias peligrosas estarán rotulados con su respectivo contenido y la clase de riesgo que representa. En las áreas de almacenamiento, se colocarán las siguientes señalizaciones:

- Señalizar todas las áreas de almacenamiento con la clase de riesgo correspondiente a la sustancia peligrosa almacenada.
- Señalizar el requerimiento de uso de equipo de protección personal para acceder a los sitios de almacenamiento.
- Señalizar todos los lugares de almacenamiento con las correspondientes señales de obligación a cumplir con determinados comportamientos, tales como no fumar, uso de equipo de protección personal, entre otros.
- Señalizar el acceso restringido a los sitios de almacenamiento de sustancias peligrosas.
- Señalizar los equipos contra incendios, las salidas de emergencia, ubicación de kit contra derrames, duchas de emergencia y lavaojos.

Se deberá asegurar que todas las señales (**Figura 5-32**), colocadas se encuentren en buen estado y libres de obstáculos.

Figura 5-32. Señales de Prohibición y Advertencia
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.7.8.3.2. Almacenamiento De Sustancias Químicas Y De Residuos Peligrosos

Para realizar la ubicación del centro de acopio de residuos peligrosos y sustancias químicas, se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones

- De ser posibles el centro de acopio de sustancias químicas y residuos peligrosos debe estar alejado de las zonas de campamento, fuentes de captación de agua potable y de las áreas inundables.
- En la medida de lo posible debe estar ubicado en un sitio de fácil acceso para realizar el transporte y para la atención de situaciones de emergencia.
- Deben separarse guardarse en un contenedor seguro que pertenezca cerrado cuando no se utilice y debidamente protegido de la lluvia.
- El centro de acopio debe mantener la separación de materiales incompatibles teniendo áreas separadas, teniendo en cuenta la tabla de incompatibilidad en el almacenamiento conjunto de productos químicos y residuos peligrosos, de acuerdo libro naranja reglamento de las Naciones Unidas para el transporte de mercancías peligrosas.
- Debe existir el espacio suficiente para el movimiento y manejo seguro de las sustancias químicas y sustancias de residuos peligrosos.
- Debe contar con kit antiderrames.
- Debe contar con un sistema de drenaje que, en caso de emergencias, las corrientes contaminadas no alcancen las fuentes de agua cercanas.
- Debe contar con ventilación, iluminación, accesibilidad y seguridad.
- Se debe mantener un inventario de las sustancias químicas.
- Contar con sistema contra incendios, dispositivos de seguridad operativos y equipo de protección personal de acuerdo a la naturaleza y toxicidad del residuo.
- Los pisos deben ser lisos, hechos con material permeable.
- El proceso de rotulado debe ser visible, identificando el etiquetado de los residuos peligrosos y sustancias de residuos peligrosos.
- Debe realizarse la identificación de los residuos las hojas de seguridad de todos los residuos.
- Debe implementar una señalización que indique la peligrosidad de los residuos y productos químicos, en un lugar visible.

5.7.9. Plan de Desbosque y Revegetación

El desbroce[71] y desbosque[72] consisten en un conjunto de actividades donde se corta, retira y dispone el material vegetal (árboles, arbustos y hierbas) existente en el área donde se realizarán las actividades de remediación.

[71] Desbroce: corte de vegetación con leño poco conformado cuyo DAP es menor a 10 cm; incluye las hierbas, arbustos y brinzales también conocido como vegetación menor.
[72] Desbosque: corte de vegetación con leño conformado cuyo DAP supera los 10 cm; incluye los árboles, latizales y arbustos.

Cabe señalar, que previo a la realización de las actividades de desbosque en la zona donde se construirá el campamento, en las áreas de sitios impactados y en la zona de tratamiento, se deberá contar con la autorización de la Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre del Ministerio de Agricultura, para lo cual se tendrá que elaborar el Informe Final de actividades de desbosque y restauración de las áreas intervenidas, el cual incluye la descripción de la ubicación geográfica del Plan de Rehabilitación, sus características físicas, biológicas y ecológicas; así como la descripción del inventario forestal que caracteriza los tipos de bosques y especies arbóreas a ser afectadas por las actividades de remediación.

Por lo observado durante los trabajos de campo se puede concluir que las zonas impactadas tienen una capacidad de resiliencia alta a pesar de los factores tensionantes del medio, pues hay altas concentraciones de contaminantes en ciertos puntos y se observa deficiencia en los nutrientes del suelo y aun así se observa una buena capacidad de regeneración en la selva. Pueden existir zonas en las que se evidencie que se puede dar un proceso de regeneración natural o restauración pasiva en los que implemente con el retiro de los factores tensionantes que impiden la actuación de los mecanismos de regeneración natural (Vargas Ríos, 2012).

5.7.9.1. *Objetivos*

Establecer los lineamientos generales para regular y supervisar las tareas de desbosque y desbroce que realizará de tal manera que se asegure la salud y seguridad de los trabajadores y pobladores locales, y minimice el impacto medio ambiental de las actividades de remediación.

5.7.9.2. *Alcance*

El presente Plan aplica para las actividades de desbosque y desbroce a realizarse durante la ejecución de las actividades de remediación (Bioestimulación Enzimática y solidificación *ex situ-on site*).

5.7.9.3. *Desarrollo del Plan*

La autorización de desbosque se solicitará a la Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre del Ministerio de Agricultura, mediante la presentación de un Informe de Impacto Ambiental de acuerdo a lo especificado en el artículo 76° del reglamento de la Ley Forestal y de Fauna Silvestre, aprobado por D.S. N° 014-2001-AG[73].

Los trabajos se realizarán de forma tal que no se deteriore los servicios y bienes que brinda el bosque y las áreas de uso de las poblaciones; para tal efecto, y a manera de disminuir el impacto ambiental producido como consecuencia de las actividades de remediación, se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- En zonas con suelos fácilmente erosionables, los trabajos deberán realizarse en un área mínima compatible con el componente a implementarse, de acuerdo al Plan de Rehabilitación, a efecto de mantener la mayor superficie posible con la cubierta vegetal existente para evitar la erosión.

- Se deberá señalizar los árboles que permanecerán en el lugar, así como los árboles semilleros, lo cual es una medida de preservación del ambiente porque permitirán favorecer la regeneración natural en el área.

- Se deberá evitar, en lo posible, la tala de especies con valor comercial y la remoción de plantas medicinales o especies que tengan usos aprovechables por las comunidades aledañas, así como las especies con alguna categoría de conservación.

[73] Cabe señalar que el 21 de julio del 2011 se publicó en el Diario Oficial El Peruano la nueva Ley Forestal y de Fauna Silvestre (Ley Nº 29763), el cual según la Sexta Disposición Complementaria Final indica que: La Ley entrará en vigencia al día siguiente de la publicación de su reglamento en el diario oficial, mientras tanto se aplica la Ley Nº 27308 y su reglamento, con excepción de lo dispuesto en los artículos 12, 13, 14, 15, 16, 17 y 135; la sexta, sétima y octava disposiciones complementarias transitorias de la presente ley.

- Se deberá evitar en lo posible, la perturbación de áreas con presencia de fauna, en la cual exista evidencia de colpas, bebederos, rutas de tránsito, entre otros.

- La capa de suelo vegetal excavado (topsoil), producto del desbosque y desbroce, deberá ser adecuadamente manejada para posteriormente disponer de éste durante las actividades de revegetación.

El Patrimonio Cultural de la Nación está protegido por Ley General del Patrimonio Cultural N° 28296; en consecuencia, las actividades de desbosque y desbroce deberán tener en cuenta:

- La preservación de valores culturales en aquellas áreas de interés arqueológico que puedan dilucidarse durante la ejecución de alguna de las actividades de remediación, se efectuará a través de la valoración y rescate correspondiente.

- En territorios pertenecientes a minorías étnicas, se debe evitar la intervención de áreas sagradas y ceremoniales.

- Antes de empezar los trabajos, el personal de campo encargado de realizar el desbosque recibirá charlas de capacitación relacionadas a aspectos técnicos, tales como: tala dirigida de árboles, manejo de material orgánico (topsoil), identificación de árboles semilleros, con valor comercial, plantas medicinales, entre otras.

- Durante las charlas de capacitación, se incluirán aspectos relacionados a la conservación del ambiente (sensibilización), la salud y seguridad ocupacional (acorde a la actividad) y relaciones comunitarias, entre otros.

- El personal que realice desbroce y desbosque deberá contar con los equipos de protección personal adecuados (cascos, lentes, botas, guantes) y deberán ser capacitados en el manejo de machetes y motosierras.

Una vez obtenido el visto bueno para el inicio de trabajo, sobre la base de los permisos correspondientes, el desbosque del área se realizará de acuerdo con las siguientes pautas:

- Demarcar de manera visible y clara los límites (mínimos necesarios) de las respectivas áreas a desboscar, teniendo en consideración no sobrepasar los límites definidos.

- Designar a una persona capacitada en la identificación de especies forestales, para que tome los datos de los árboles con diámetro a la altura del pecho (DAP) mayor o igual a 10 cm.

- Recolectar los siguientes datos: nombre común, nombre científico, DAP y altura de fuste (altura comercial); esta información será entregada a la Supervisión. Una vez recolectados y resumidos los datos, serán utilizados para ajustar la caracterización general obtenida previamente del área.

5.7.9.3.1. Campamentos

En estas áreas principalmente se realizará desbroce, debido a ser áreas que serán seleccionadas técnicamente para no generar impacto significativo minimizando la tala de especies arbóreas.

La vegetación retirada será conservada, con la finalidad de ayudar a la estabilización y regeneración del área y que no represente un riesgo de erosión.

5.7.9.3.2. Manejo del Topsoil

Una vez realizado el desbroce y desbosque de las áreas, se deberá retirar la capa de suelo orgánico o topsoil, cuyo espesor deberá ser determinado por el personal idóneo. El adecuado manejo del topsoil considerará lo siguiente:

- El topsoil deberá ser trasladado a un área de acopio (depósito de material orgánico) habilitado para este propósito, y protegido con ramas y/o trincheras de coronación para su posterior reutilización en labores de revegetación y/o restauración. En la zona de acopio este material se ubicará en geomembranas dispuestos para este fin.
- El área de almacenamiento de topsoil deberá estar alejado mínimamente a 50 m de los cuerpos de agua superficial, con la finalidad de no alterar la calidad del agua; la distancia dependerá de la topografía y condiciones del lugar.
- La altura de las rumas de topsoil en los lugares de acopio no debe sobrepasar los 2 m, con un ángulo de la pendiente igual a su ángulo de reposo, pero no más de 45% para prevenir los riesgos de compactación excesiva y condiciones anaeróbicas.
- El topsoil deberá mantenerse separado del material resultante de las nivelaciones del terreno y del resto de la vegetación
- El topsoil será protegido por canales de desviación o canales colectores, cortacorrientes y trincheras, si es necesario.
- No se almacenará topsoil en terrenos con fuerte pendiente para evitar su pérdida por deslizamiento o por la lluvia.

5.7.9.4. *Plan de Restauración*

5.7.9.4.1. Establecimiento de Vivero

Durante las fases propuestas para la técnica de Bioestimulación enzimática + solidificación *ex situ*, se recomienda realizar un vivero temporal, con el fin de transportar parte del suelo limpio hacia el vivero para corroborar que el suelo cuente con las condiciones necesarias para el crecimiento de especies vegetativas, posteriormente serán llevadas a la zona de restauración forestal.

El establecimiento del vivero dependerá de la complejidad logística que implica movilizar los plantones del lugar de adquisición hacia el vivero, por lo cual, este podrá estar situado en el campamento base o en viveros comunales y áreas aledañas dependiendo de su disponibilidad. Para el diseño del vivero, se deberá tener en cuenta que por cada 1000 especies vegetales que se planten, se necesita aproximadamente un área de 10 metros cuadrados; por lo cual, es conveniente que lugar donde se ubicará el vivero este protegido perimetralmente, con el fin de impedir la entrada de animales y/o personas ajenas que puedan afectar la estructura y el desarrollo de las actividades del vivero. Se sugiere que este tenga una altura de 4 metros para tener un control de lluvias intensas y evitar daños causados por aves, además se recomienda colocar una polisombra para evitar que las plantas tengan una exposición directa a la luz solar.

La ubicación del vivero será en el campamento base en el área limpia, el cual tendrá las siguientes dimensiones, para plantar 1000 especies vegetales: L: 5m x A: 2m x H: 2,5m. En la **Figura 5-33** se observan las dimensiones del vivero que se recomienda instalar.

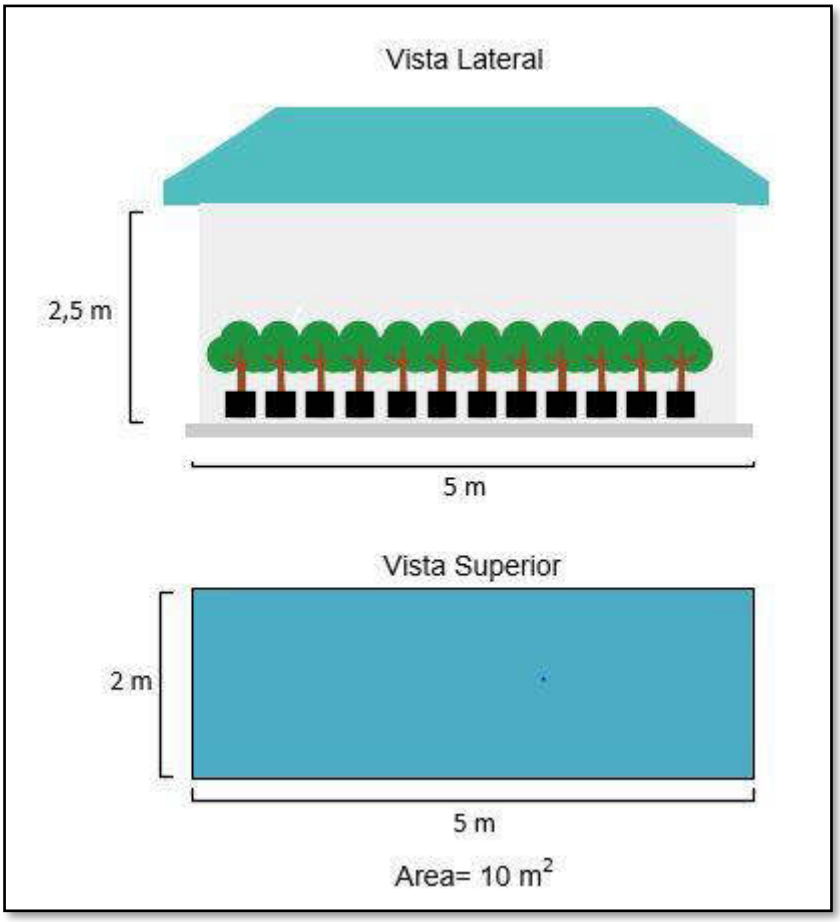


Figura 5-33. Dimensiones del Vivero Temporal
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.7.9.4.2. Restauración de suelo

Se debe realizar una restauración en el suelo en consecuencia a las actividades de remediación que se desarrollarán en la zona de tratamiento debido al desbosque en la zona de tratamiento; por lo tanto, se plantea un proceso de restauración ecológica para la revegetación de las áreas degradas que derivan del proceso de tratamiento del suelo contaminado.

Ahora bien, los lineamientos para la restauración de los ecosistemas forestales y otros ecosistemas de vegetación silvestre para Perú (R.D.E. No 083-2018-MINAGRI-SERFOR, 2018), permiten clasificar estas áreas degradas del proyecto en superficies con un nivel de degradación severo. Las áreas obtienen esta clasificación principalmente por sus características de ausencia de cualquier cobertura vegetal, paisaje que corresponde a suelos desnudos y la ausencia de fuentes de regeneración.

Acogiendo los lineamientos para la restauración de ecosistemas forestales y otros ecosistemas de vegetación silvestre para Perú (SERFOR 2018), a continuación, se plantean los lineamientos y directrices que se deben acoger, con el objetivo de restaurar las áreas en las cuales se aplicó el tratamiento de Bioestimulación enzimática debido a su contaminación con hidrocarburos. Para la formulación de las estrategias se deberá entender el proceso de restauración ecológica como un conjunto de estrategias que involucran los componentes bióticos (flora y fauna), físico (suelo) y social (concertación de los actores involucrados) (Ver **Figura 5-34**), en la búsqueda de la recuperación de un área degradada.

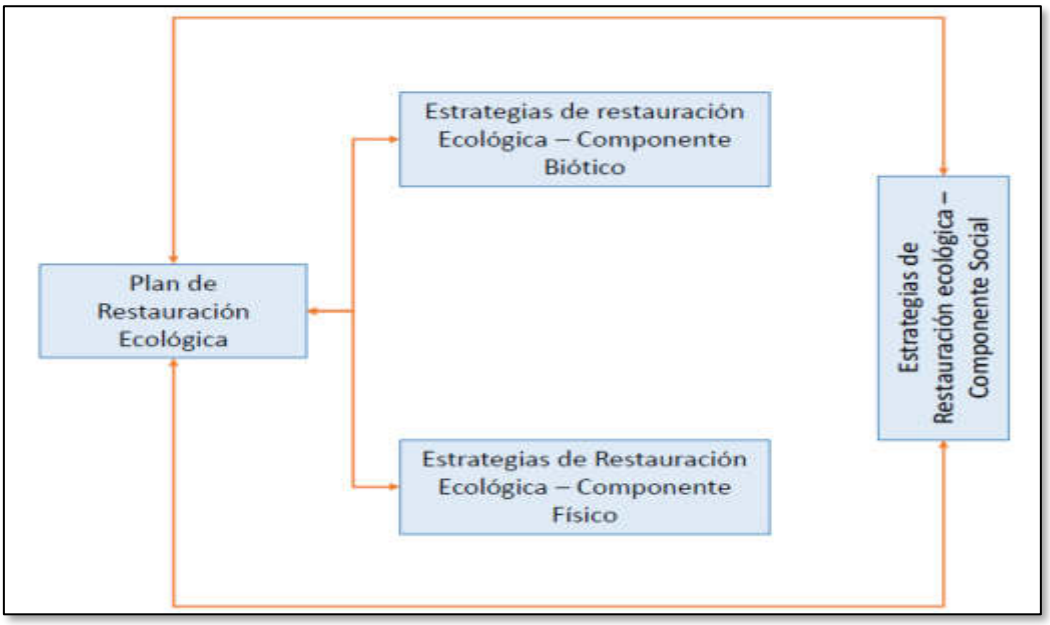


Figura 5-34. Esquema del proceso de restauración ecológica
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.7.9.4.3. Lineamientos para establecer estrategias de restauración ecológica

Partiendo de las orientaciones para la planificación, implementación y monitoreo de las iniciativas de restauración (R.D.E. No 083-2018-MINAGRI-SERFOR, 2018), las estrategias de restauración ecológica deberán seguir la trayectoria sucesional del ecosistema de referencia que se identifique en el área de estudio (bosque de selva tropical).

La trayectoria sucesional (Ver **Figura 5-35**), debe ser entendida como el proceso de cambio dinámico y gradual que se da en los ecosistemas, y para la vegetación estos cambios se evidencias en la variación de la estructura y composición florística. Para este caso en particular la dinámica sucesional del área degradada está influenciada por el grado de perturbación que se realiza al momento de retirar la totalidad de la cobertura vegetal y el suelo para su descontaminación. Partiendo de este grado de perturbación presente en el área, los lineamientos para la restauración ecológica deberán estar enfocado en la recuperación de los diferentes estados dentro de la sucesión ecológica, partiendo desde la recuperación del suelo, el establecimiento de las especies formadoras de suelo, hasta llegar a consolidación de coberturas características de pastos enmalezados (arbustales), pastos arbolados, vegetación secundaria en transición, y la consolidación de bosques maduros (Ver **Figura 5-35**).

Se debe tener en cuenta la identificación de ecosistemas de referencia, el cual se debe caracterizar a la composición, estructura, funcionalidad y servicios de ecosistemas, por medio de un mapeo e identificación de áreas, ecosistemas o paisajes degradados.

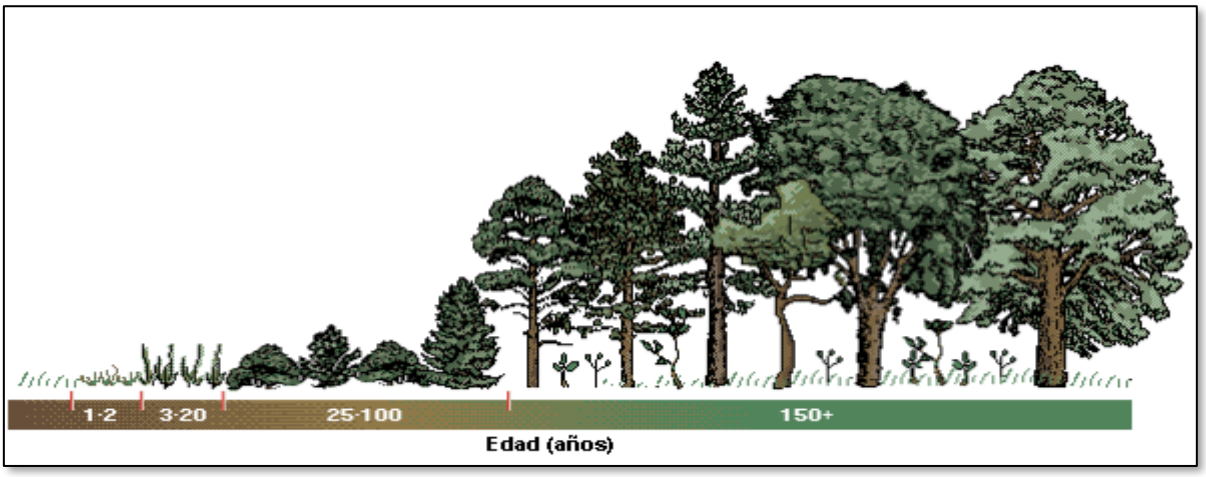


Figura 5-35. Sucesión Ecológica
Fuente: (Nitola, 2018)

Partiendo del objetivo de recuperar la estructura y la dinámica de los diferentes estados sucesionales en las áreas degradas, a continuación, se presentan los lineamientos para las estrategias de restauración ecológica a realizar en el área.

- Recuperación de suelo

Entendiendo que el suelo es un componente integral del ambiente, donde interactúan constantemente factores, físicos (porosidad, forma, compactación etc.), químicos (N, P, K) y biológicos (ver **Figura 5-36**), se caracteriza por ser un sistema abierto cuyos flujos de materia y energía son variables en el tiempo y en el espacio, determinando su fertilidad.

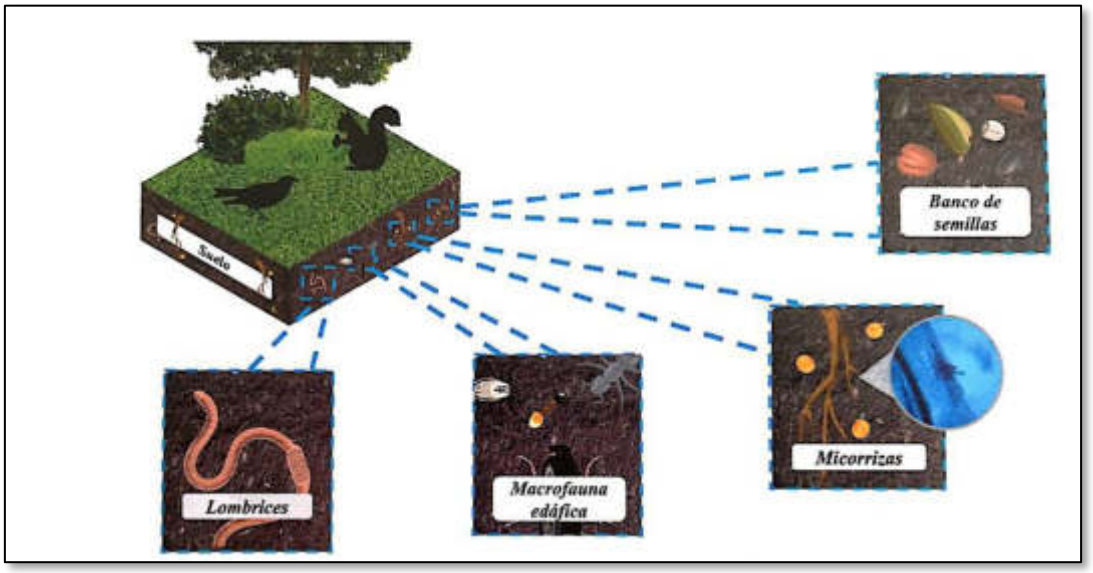


Figura 5-36. Componentes bióticos del suelo
Fuente: (Nitola, 2018)

Con el objetivo de recuperar la fertilidad necesaria para el establecimiento de especies pioneras en la sucesión ecológica, se proponen las siguientes estrategias o lineamientos:

- Aplicación de nutrientes y enmiendas orgánicas al suelo: Al suelo proveniente del tratamiento se deberá agregar diferentes concentraciones de los, nutrientes esenciales (N, P, K) para recuperar

la capacidad de intercambio catiónico, pH, densidad y las demás características que le otorgan al suelo una condición de fertilidad adecuada para el crecimiento de material vegetal.

- Trasposición de suelo presentes en el ecosistema de referencia: Con el fin de aumentar la capacidad den fertilidad en el suelo y generar las condiciones adecuadas para el uso del suelo tratado como sustrato de especies vegetales propias del estado de sucesión, la trasposición del suelo o mezcla de suelo tratado con un suelo en condiciones normales y proveniente del ecosistema de referencia, es una estrategia que permitirá recuperar el componente de macrofauna del suelo.

- Aplicación de micorrizas y conformación del banco de semillas en el suelo: Con el fin de recuperar los componentes del suelo y con estos su capacidad de sustrato para las especies vegetales, se busca aplicar inocuos de micorrizas (especies endémicas del área de estudio) para recuperar la funcionalidad de la capa del rizoma y su interacción con las raíces de las especies de sucesión primaria (formadoras de suelo). La inserción de las semillas de especies endémicas identificadas para el área de estudio es una estrategia que acompaña la formación del suelo, agregando las especies vegetales al suelo con condiciones adecuadas de fertilidad.

Atendiendo que el primer estado de sucesión corresponde al suelo denudo, y paralelamente al mejoramiento de las condiciones físicas, químicas, y biológicas del suelo, se debe controlar la principal limitante para el establecimiento del suelo, el cual se consolidad en la erosión. Para el control de la erosión se plantean las siguientes estrategias.

- Trinchos Empalizadas y franjas

Los tratamientos para el control de la erosión, se adaptan de acuerdo a las condiciones del terreno, pendiente, extensión, inestabilidad del terreno, condiciones atmosféricas entre otras. Para su construcción se deberá contar con personal calificado, para el cálculo de alturas, distancia entre trinchos o franjas a lo largo de la pendiente; para su construcción se deberá tener en cuenta que los materiales a utilizar deben estar presentes en la zona (madera o piedra) y se deben diseñar los canales por donde fluirá el agua de las partes altas a las partes bajas. (Ver **Figura 5-37**).

Figura 5-37. Estrategias para el manejo de erosión en suelos desnudos
Fuente: (Nitola, 2018)

- Arreglos florísticos Componente vegetal

Las estrategias o tratamientos enfocados en el componente de la vegetación, consisten en arreglos florísticos que se van a implementar para la revegetación del área degrada. Para su diseño se deberá tener en cuenta: (1) El ecosistema de referencia, (2) las características del paisaje circundante en cuanto a su estado de conservación o alteración, (3) la condición o estado de alteración del área que se va a restaurar y (4) los requerimientos de las especies en términos nutricionales, climáticos y de interacciones.

Para la implementación de los arreglos florísticos se debe establecer la composición de las especies en el arreglo, así como su distribución y su densidad, las cuales en gran medida deben seguir el mismo patrón que el ecosistema de regencia, y por ningún motivo deben seguir patrones uniformes de plantaciones forestales.

Los arreglos florísticos son micro comunidades fundadoras que se disponen en el territorio de manera estratégica en el territorio degradado y su propósito es dar inicio al proceso de sucesional teniendo como objetivo el ecosistema de referencia. Los tamaños y las formas deben corresponder a las necesidades y características del terreno como: el relieve, oferta hídrica, condiciones climáticas etc. Las formas más comunes son los arreglos circulares y rectangulares, pero para las áreas con pendientes pronunciadas se implementan los diseños en media luna. (Ver **Figura 5-38**).

Figura 5-38. Arreglo circular florístico
Fuente: (Nitola, 2018)

- Estrategias para fauna

El restablecimiento de la fauna en la recuperación de un área degradada es de vital importancia debido a la función que estos cumplen de acuerdo a sus grupos taxonómicos: (1) los insectos voladores en la polinización de las plantas, (2) Las aves en la polinización de las plantas y la dispersión de semillas, (3) los mamíferos en la dispersión de semillas y el control de poblaciones de otros grupos y (4) los anfibios y reptiles en la regulación de otros grupos y especies de fauna. Para logara el restablecimiento de la fauna en las aéreas degradas se plantea la adecuación de su hábitat con el fin de asegurar su presencia: (a) los herbívoros deben contar con plantas como alimento y refugio (ver **Figura 5-39**), (b) los carnívoros deben contar con la oferta de diferentes grupos de fauna. Para la adecuación del hábitat para las especies, existen las siguientes estrategias: (1) perchas para aves y murciélagos (Ver **Figura 5-40**), (2) descansaderos, comederos, y (3) implementación de núcleos de vegetación.

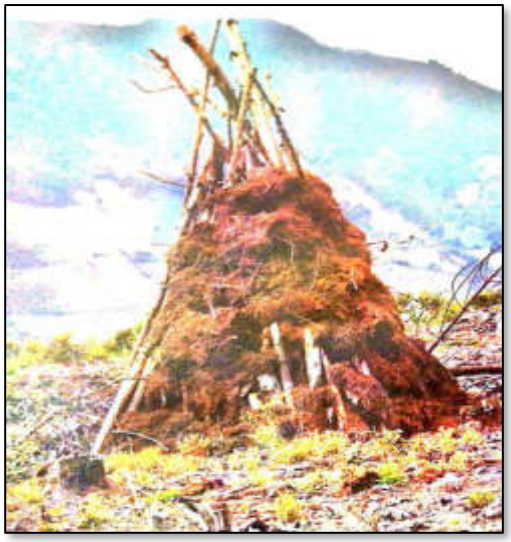


Figura 5-39. Refugio para fauna
Fuente: (Nitola, 2018)

Figura 5-40. Perchas para aves
Fuente: (Nitola, 2018)

- Actividades de Seguimiento y Monitoreo

Las actividades de seguimiento y monitoreo a las estrategias de restauración que se generen para la recuperación de las áreas degradadas deberán estar enfocadas en las diferentes trayectorias sucesionales que se planteen para alcanzar el sistema de referencia establecido, o al menos la mayor de condiciones estructurales y funcionales.

Partiendo del sitio degradado: (1) la primera posibilidad es una trayectoria sucesional temprana con el restablecimiento de aspectos claves de la función del ecosistema (aumento de biomasa, biodiversidad y clico de nutrientes). Esta posibilidad representa las etapas intermedias de una trayectoria hacia el ecosistema de referencia. (2) la segunda posibilidad es una trayectoria que mantiene una tendencia sucesional progresiva y se espera que la función del área degradada sea similar a la del ecosistema de referencia en los próximos años. (3) la tercera posibilidad representa el establecimiento de un ecosistema estable alternativo, en donde se pueden presentar cambios, perturbaciones, la presencia de especies invasoras y cambios drásticos en las condiciones abióticas (uso del suelo, conflictos de uso de suelo). La cuarta posibilidad es una trayectoria sucesional regresiva la cual lleva al ecosistema a un estado de degradación, igual o similar al estado inicial. En general esta posibilidad está relacionada con la ocurrencia de eventos como fuego, erosión, avalanchas etc. (Ver **Figura 5-41**).

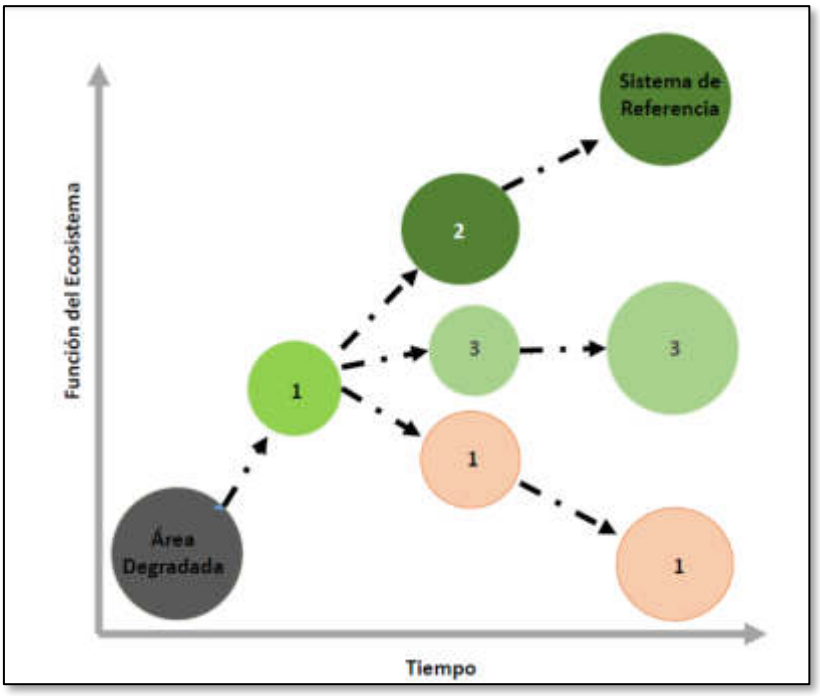


Figura 5-41 Trayectorias Sucesionales
Fuente: (Nitola, 2018)

Para monitorear la dinámica de los componentes del área degradada y su recuperación a través del tiempo, con el fin de poder evaluar las posibles trayectorias sucesionales, se deben establecer dentro de las áreas degradas parcelas de seguimiento, que generalmente son de 10 m^2, para monitorear y registrar periódicamente los cambios en la composición y estructura de la comunidad a través del tiempo, particularmente en los componentes físico (características del suelo, banco de semillas, micorrizas). Según los lineamientos para la restauración de ecosistemas de vegetación silvestre, R.D.E. Nº 083-2018-MINAGRI SERFOR-DE, 2018, se sugiere que el monitoreo de la restauración ecológica sea después de la aplicación de la técnica de remediación, con el fin de permitir la verificación de estas, la frecuencia de este monitoreo se encuentra en el numeral **5.7.9.4.**

5.8. Plan de Manejo de Residuos

5.8.1. Introducción

El Plan de Manejo de Residuos (PMR) se elabora teniendo en cuenta y considerando lo establecido en la Ley de gestión Integral de Residuos Sólidos (D.L. 1278) y su Reglamento el D.S. N° 014-2017-MINAM y la Norma Técnica Peruana 900.058.2019 "Gestión Ambiental". En este punto se establecen los lineamientos para el tratamiento, donde se incorporan prácticas de manejo, recolección, segregación, almacenamiento temporal, transporte, tratamiento y disposición final de todos los residuos sólidos generados en las diferentes etapas del Plan de Rehabilitación en el sitio S0104 (Botadero Km 2).

La Ley N° 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, nos dice que un residuo ya no es solo un desecho sino también puede ser materia prima para aquella empresa que sepa aprovecharla, esta Ley también No 1278 introduce el término de "material de descarte" para todos aquellos subproductos obtenidos de las actividades productivas, los cuales pueden ser reaprovechados dentro del proceso o comercializados para obtener un beneficio económico.

El material de descarte no es considerado como un residuo sólido. La segregación de los residuos sólidos debe hacerse en el punto donde se genera el residuo.

La Norma Técnica Peruana 900.058.2019 "Gestión Ambiental", Gestión de residuos, Código de colores, da pautas para el correcto almacenamiento de los residuos usando el código de colores. El código de colores tiene la función de asegurar la correcta identificación y segregación de los residuos para su adecuado reaprovechamiento y disposición final.

5.8.2. Objetivos

5.8.2.1. *Objetivo General*

Definir y asegurar las medidas de manejo adecuadas de los residuos sólidos, desde la generación hasta la disposición final, para prevenir y mitigar los impactos que afecten al ambiente, población local y trabajadores, durante las diferentes etapas del Plan de Rehabilitación.

5.8.2.2. *Objetivos Específicos*

- Realizar una adecuada recolección, separación, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos generados durante las actividades de remediación, teniendo en cuenta las características propias de los diferentes tipos de residuos.
- Reducir la generación de residuos sólidos a través de la implementación de buenas prácticas operacionales, capacitación y sensibilización a los trabajadores.
- Promover el reúso y reciclaje durante las operaciones del Plan de Rehabilitación.
- Segregar, acondicionar en lugares de acopio temporal, transportar a sitios de disposición final, tratar y disponer en forma segura los residuos sólidos que no puedan ser reusados o reciclados de acuerdo a sus características de peligrosidad.

5.8.3. Alcance

Las medidas de manejo establecidas en el presente, plan deben ser implementadas y ejecutadas en todas las actividades y etapas del proceso de Rehabilitación por la empresa encargada de la ejecución de las alternativas de remediación, minimizando la afectación y generación de impactos en el entorno del sitio S0104 (Botadero Km 2).

5.8.4. Desarrollo del Plan

5.8.4.1. *Clasificación de Residuos*

Los residuos generados durante el desarrollo del presente plan de rehabilitación serán agrupados de acuerdo a sus características y forma de manejo, tal y como lo establece la "Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (Decreto Legislativo N° 1278)" Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278 de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (D.S. N° 014-2017-MINAM).

La Norma Técnica Peruana 900.058.2019 "Gestión Ambiental", los residuos son clasificados en: aprovechables y No aprovechables; y a su vez se clasificarán en residuos peligrosos y no peligrosos.

En este sentido, los residuos no peligrosos no podrán ser combinados con los residuos peligrosos ya que significará su contaminación y pasarán a ser catalogados y tratados como residuos peligrosos.

5.8.4.2. *Código de Colores*

El código de colores que se propone adoptar para el manejo de residuos, durante el desarrollo del Plan de Rehabilitación, se muestra en la **Tabla 5-51.**

Tabla 5-51. Código de Colores

Tipo de Residuos	Color
Metal	
Vidrio	
Papel y Cartón	
Plástico	
Orgánicos	
Peligrosos	
No aprovechable	

Fuente: Norma Técnica Peruana 900.058. 2019.

5.8.4.3. *Características de los Recipientes*

Los contenedores deben ser ubicados en forma oportuna, de preferencia en recipientes de plástico o cilindros en los puntos de recolección, debidamente identificados de acuerdo al código de colores establecido anteriormente y/o rotulados. El rotulado debe ser visible y debe identificar plenamente el tipo de residuo, acatando la nomenclatura y demás especificaciones técnicas que se establezcan en las normas correspondientes. Las características de los recipientes a utilizar, de acuerdo a la clasificación de residuos establecida, se detalla a continuación:

5.8.4.3.1. Residuos Metálicos Aprovechables: Contenedor Color Amarillo

Deben ser puestos en cilindros metálicos de color amarillo, que contengan bolsas plásticas en su interior, para facilitar su posterior recolección. Estos cilindros estarán ubicados principalmente dentro de las instalaciones donde se encuentra funcionando los diferentes talleres de mantenimiento. Los residuos metálicos son latas de conservas, café, leche, gaseosa. Tapas de metal, envases de alimentos y bebidas, etc.

Los residuos metálicos, chatarras y maderas que por su tamaño no puedan ser colocados en el cilindro metálico deberán ser, en lo posible, transportados directamente al campamento. Caso contrario deberán ser almacenados cerca de la ubicación del cilindro metálico para su posterior traslado conjunto al área de almacenamiento, en forma ordenada y señalizada.

5.8.4.3.2. Residuos de Vidrio Aprovechables: Contenedor Color Plomo

Deben ser puestos en cilindros metálicos de color plomo, que contengan bolsas plásticas en su interior para facilitar su posterior recolección. Estos cilindros estarán ubicados principalmente dentro de las instalaciones donde se encuentra funcionando en el campamento Base y del campamento de Obra. Los residuos de vidrio son botellas de bebidas, gaseosas, vasos, envases de alimentos, etc.

5.8.4.3.3. Residuos de Papel y Cartón Aprovechables: Contendor Color Azul

Deben ser puestos en cilindros metálicos de color azul, que contengan bolsas plásticas en su interior para facilitar su posterior recolección. Estos cilindros estarán ubicados principalmente dentro de las instalaciones campamento Base y del campamento de Obra.

5.8.4.3.4. Residuos de Plástico Aprovechables: Contendor Blanco

Deben ser puestos en cilindros de plástico de color blanco, que contengan bolsas plásticas en su interior para facilitar su posterior recolección. Estos cilindros estarán ubicados principalmente dentro de las instalaciones donde se encuentra funcionando en el campamento base y de tratamiento.

Los residuos de plástico son envases de alimentos y bebidas, productos químicos e insumos, entre otros.

5.8.4.3.5. Residuos Orgánicos Aprovechables: Color Marrón

Deben ser puestos en cilindros plásticos de color marrón, que contengan bolsas plásticas en su interior para facilitar su posterior recolección. Estos cilindros se ubicarán dentro de las instalaciones del campamento base donde se hospedará el personal y donde se realizan actividades domésticas.

Los residuos orgánicos son restos de la preparación de alimentos, de comida, de jardinería o similares.

5.8.4.3.6. Residuos Generales No Reaprovechables: Contenedor Color Negro

Deben ser puestos en cilindros metálicos de color negro, que contengan bolsas plásticas en su interior, para facilitar su posterior recolección. Estos cilindros estarán ubicados principalmente dentro de las instalaciones del campamento Base donde se hospedará el personal y se realizan actividades domésticas.

Los residuos generales son todo lo que no se puede reciclar y no sea catalogado como residuo peligroso: restos de la limpieza y aseo personal, residuos higiénicos, colillas de cigarrillos y otros.

5.8.4.3.7. Residuos Peligrosos: Contenedor Color Rojo

Los residuos peligrosos aprovechables y no aprovechables, deben ser puestos en cilindros metálicos de color rojo, que contengan bolsas plásticas en su interior, para facilitar su posterior recolección. Estos cilindros estarán ubicados principalmente dentro de las instalaciones del campamento Base y las zonas de tratamiento, acopio y transición.

Los residuos reaprovechables se deben gestionar de la siguiente manera: Los residuos aprovechables peligrosos son baterías de autos, pilas, cartuchos de tinta, botellas de reactivos químicos, entre otros. Los residuos no reaprovechables son medicinas vencidas, jeringas, desechables, entre otros.

5.8.5. Manejo de Residuos Sólidos

5.8.5.1. *Minimización y Aprovechamiento de Residuos*

5.8.5.1.1. Minimización

La minimización en el origen tiene por objetivo reducir la generación de residuos y atenuar o eliminar su peligrosidad, mediante el uso de insumos que no generen o que generen un nivel inferior de residuos indeseables o peligrosos y el uso de técnicas destinadas al mejor aprovechamiento de insumos, optimizar los procesos y promover la participación del personal en los mismos.

Durante las actividades de remediación se deberá realizar esta tarea de modo planificado aplicándola antes, durante y después de cada una de las etapas del Plan de Rehabilitación; lo que entre otras medidas incluye:

- Sustitución de insumos y materiales peligrosos por materiales biodegradables o reusables (ejemplos: detergentes, pinturas, químicos), lo que conlleva en algunos casos a modificaciones en el equipamiento y procedimientos operacionales.
- Acciones sobre inventario de materiales, incluido dentro de los procedimientos de control de inventario (tamaño, caducidad, etc.) y control sobre el almacenamiento (procedimiento de almacenamiento, control de pérdidas y contaminación).

5.8.5.1.2. Aprovechamiento

El aprovechamiento de un residuo consiste en obtener un beneficio del mismo a través de su reciclaje o reutilización, para lo cual se consideran lo siguiente:

- Usar los cilindros vacíos para almacenar residuos.
- Se deberá evaluar la posibilidad de utilizar los aceites y lubricantes usados (no contaminados) como lubricantes de tipo industrial en los talleres, para máquinas y herramientas que no requieran lubricación final.
- Los residuos industriales no contaminados que se puedan reciclar, deberán ser separados y vendidos o donados, ya sea como insumo o como residuo, para este último caso se deberá tener en cuenta que la empresa cuente con registro y autorización correspondiente y tenga toda la documentación en regla.
- En los casos posibles, se deberá procurar utilizar los residuos de la papelería impresa por una cara, como papel borrador, para evitar el consumo innecesario de papel.

- Segregación de Residuos en Fuente

La segregación de los residuos sólidos tiene como objetivos básicos evitar la mezcla de residuos incompatibles, contribuir al aumento de la calidad de los residuos que pueden ser recuperados o reciclados y disminuir el volumen de residuos peligrosos a ser dispuestos.

La segregación de residuos se deberá realizar en la fuente de generación y de acuerdo a la clasificación del código de colores establecido y/o etiquetado para identificar los distintos tipos de residuos sólidos y de esta manera facilitar a los trabajadores la colocación correcta de los residuos en el contenedor que corresponda, evitando así mezclas peligrosas, para lo cual se habilitarán recipientes especiales como contenedores plásticos, cilindros metálicos, cajas rígidas, entre otros; de acuerdo a lo especificado anteriormente.

Una vez definidas las actividades y el tipo de residuos que se generan, se deberán ubicar en forma estratégica recipientes de plástico o cilindros metálicos de 50 galones de capacidad y/o de mayor volumen en los puntos de recolección, debidamente identificados de acuerdo al código de colores establecido anteriormente. Los contenedores estarán ubicados fuera de las áreas de tránsito frecuente.

Los residuos peligrosos deberán ser recolectados en recipientes originales, de ser posible, o caso contrario se deberán utilizar recipientes compatibles con la sustancia peligrosa. Todos los recipientes se encontrarán debidamente rotulados y mantenidos en buenas condiciones.

5.8.5.2. *Almacenamiento Temporal*

5.8.5.2.1. Campamento y Frentes de Trabajo

Los residuos deberán ser almacenados de acuerdo a su naturaleza física, química y biológica, considerando sus características de peligrosidad, su incompatibilidad con otros residuos, y las reacciones que puedan ocurrir con el material del recipiente que los contiene.

Los lugares de almacenamiento de residuos autorizados en el campamento y/o puntos de generación de los residuos se deberán ubicar en lugares estructuralmente estables, alejados de los drenajes naturales, con una correcta protección ante las inclemencias meteorológicas, con las siguientes características:

- Las áreas de almacenamiento temporal deberán contar con medidas de impermeabilización del suelo.
- Señalización
- Cobertura (techo)
- Drenes perimétricos que permiten, uno para desviar las aguas pluviales
- Disposición adecuada de recipientes que permita su inspección visual.

En el almacenamiento de residuos peligrosos se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- Los residuos peligrosos del tipo inflamable deberán ser mantenidos fuera de fuentes de calor, chispas, flama u otro medio de ignición.
- Los residuos peligrosos con características corrosivas, inflamables, reactivas, y tóxicas deberán ser mantenidos en diferentes espacios.
- El almacenamiento de residuos que contenga componentes volátiles deberá realizarse en áreas ventiladas.
- Se deberá contar con un sistema de contención que sea de una capacidad del 110% en relación a la cantidad máxima de residuos a almacenar.

5.8.5.2.2. Campamento

En el campamento, el área de almacenamiento de residuos sólidos cumplirá con las siguientes características:

- Se deberá contar con un techo y sistema de circulación de aire que permita la ventilación del sitio, así como un área de maniobras para el manipuleo, acondicionamiento, carga y descarga de los residuos.
- Será instalado en lugares donde se impida el ingreso del agua de lluvia o escorrentía superficial al almacenamiento, deberá contar con sistema de drenaje perimetral apropiado.
- Se deberá contar con áreas separadas para el almacenamiento de los residuos peligrosos y de los no peligrosos, con señalización adecuada para su identificación.
- El área de almacenamiento de residuos líquidos peligrosos deberá contar con piso impermeabilizado y un sistema de contención de derrames de líquidos, la cual será de una capacidad del 110% en relación a la cantidad máxima de residuos a almacenar.
- Se verificarán los posibles puntos de deterioro de los recipientes, causados por corrosión u otros factores, para su oportuna reparación o cambio.
- Se deberá contar con registros de ingreso y salida de residuos, en el que se indique la fecha del movimiento, el tipo de residuo, sus características, cantidad, origen y destino.

5.8.5.2.3. Recolección y Transporte

La recolección y transporte de los residuos sólidos, se deberá realizar desde los puntos de almacenamiento primario hacia el sitio de almacenamiento central (campamento base), de manera diferenciada en función del tipo de residuos, de acuerdo a la clasificación adoptada.

La unidad de transporte de residuos peligrosos llevará en su interior, en un lugar de fácil acceso, información sobre la carga e instrucciones en caso de emergencia (observar los lineamientos establecidos en el Plan de Contingencias). Se deberá revisar periódicamente el estado del vehículo y del compartimiento de carga.

El transporte desde el campamento hasta su disposición final se deberá realizar con el apoyo de una Empresa Prestadora de Servicios de Residuos Sólidos (EO-RS).

5.8.5.3. *Disposición Final*

5.8.5.3.1. Residuos aprovechables

- Residuos metálicos, de vidrio, plásticos, de papel y cartón: estos residuos deberán ser comercializados con una EC-RS autorizada.
- Residuos Orgánicos: Los residuos orgánicos se manejarán dentro del ámbito municipal para ser dispuestos hacia un relleno sanitario municipal para su disposición final y/o dispuestos en una zona adecuada mediante su entierro.
- Residuos Peligrosos: Deberán ser trasladados directamente desde el almacenamiento del campamento hasta su disposición final en un relleno de seguridad, mediante una Empresa Prestadora de Servicios de Residuos Sólidos que cuente con los permisos necesarios para su traslado hasta su disposición final.

5.8.5.3.2. Residuos No Aprovechables

- Residuos Generales: Los residuos generales se manejarán dentro del ámbito municipal para ser dispuestos hacia un relleno sanitario municipal para su disposición final.
- Residuos Peligrosos: Deberán ser trasladados directamente desde el almacenamiento del campamento hasta su disposición final en un relleno de seguridad, mediante una Empresa Prestadora de Servicios de Residuos Sólidos (EO-RS) que cuente con la tecnología apropiada para tratar estos residuos y se encuentre autorizada.

5.9. Plan de Control y Monitoreo En la Ejecución de las Medidas de Remediación y Rehabilitación

El plan de control y monitoreo tiene como propósito asegurar la eficiencia en la ejecución de las alternativas de remediación aplicables al sitio y de esta manera, servir como instrumento para la toma de decisiones en campo y replantear el monitoreo de control inicialmente propuesto, para asegurar la efectividad de la alternativa de remediación seleccionada. El presente plan de control y monitoreo aplica para el sitio S0104 (Botadero Km 2); durante la ejecución de las medidas de remediación y rehabilitación.

5.9.1. Objetivos

5.9.1.1. *Objetivo General*

Establecer medidas de control y monitoreo supervisión internas para garantizar la calidad y eficacia de los trabajadores de remediación durante la ejecución de la alternativa de remediación seleccionada del Sitio S0104 (Botadero Km 2), para la matriz de suelo y sedimentos cumpliendo con los protocolos y guías que apliquen para cada caso en particular.

5.9.1.2. *Objetivo Especifico*

- Realizar seguimiento al manejo del suelo en los procesos de excavación, la separación y reposición en los sitios donde se va a aplicar la técnica de remediación.
- Realizar seguimiento al manejo de los sedimentos en los procesos de excavación, la separación y tratamiento en los sitios donde se va a aplicar la técnica de remediación.
- Supervisión del tratamiento de suelo y sedimento en las zonas donde se aplicará la técnica de remediación.
- Acciones de supervisión para garantizar el cumplimiento de las medidas de seguridad e higiene ocupacional.
- Caracterización del suelo excavado por medio de muestreo antes y después del tratamiento para determinar la eficacia del suelo y sedimento tratado.
- Muestreo de suelo remanente en el sitio impactado después de la extracción para asegurar que todo el suelo impactado es removido para el tratamiento.

5.9.2. Alcance

El alcance contempla el control y monitoreo de las actividades correspondientes a la extracción del suelo y del sedimento hasta su posterior reposición al sitio impactado (reposición solo aplicable al suelo), después del tratamiento efectuado por medio de las técnicas de bioestimulación enzimática y solidificación *ex situ – on site* en los Sitio S0104 (Botadero Km 2).

5.9.3. Plan de Control durante la ejecución de las medidas de remediación

5.9.3.1. Plan de Control para suelo durante la ejecución de las medidas de remediación

Se debe registrar metodologías para el seguimiento de las diferentes actividades que se ejecutaran en área impactada.

- **Excavación:**

- Se debe instruir a los operadores encargados de estas actividades acerca de los cuidados y forma en que debe remover y transportar el suelo; haciendo especial énfasis en lo que concierne la profundidad a la cual se debe extraer el suelo con el fin de evitar la mezcla de éste con otros materiales.
- Monitoreo y control a los procesos erosivos u otros fenómenos ocasionados por la extracción del suelo, por medio de evaluación visual por un profesional capacitado.
- Se debe hacer un seguimiento de los cortes realizados para identificar problemas de inestabilidad de taludes y/o de laderas derivados de su excavación, en base en la evolución de cada uno de ellos.
- Si se presentan situaciones no deseadas, como procesos de erosión, se deben tomar medidas puntuales y específicas, por ejemplo: manejo de escorrentía, sellamiento de grietas, estabilización de los taludes, etc.
- Se debe llevar un seguimiento y monitoreo del aprovechamiento forestal.
- Se debe verificar que el retiro de la cobertura vegetal se realice sin mezclar la capa vegetal del suelo con el suelo contaminado.

- **Almacenamiento Temporal de Suelo Contaminado:**

- Se deberá ubicar con anticipación, el depósito temporal de los suelos contaminados.
- El lugar destinado al almacenamiento debe cumplir con las siguientes recomendaciones:
- Tener poca pendiente (área plana).
- Estar libre de residuos, material rocoso, grasa, aceite y demás materiales sólidos y líquidos.
- El área de tratamiento debe estar delimitado.
- Contener una valla o señal informativa, en la cual se indique que se trata de suelo recuperado para actividades de restauración.

- Hacer monitoreo periódico de la cobertura vegetal retirada y ubicada en la zona de acopio, contara con un canal perimetral para de evitar aniego del área de trabajo.

- **Separación y Trituración**

- Se debe instruir y supervisar al personal que va a intervenir en la separación de los residuos y materiales presentes en el suelo (troncos, palos, raíces, entre otros) de forma mecánica y manual, teniendo en cuenta todos los aspectos de seguridad ocupacional para la realización de esta actividad.
- Monitorear la separación del material fino y de los terrones del suelo que se realiza por medio tamizado vibratorio (cribado).
- El material rechazado del tamizado, se reduce de tamaño mediante trituración.

Cuando se haya separado el suelo de los residuos y/o materiales se debe formar un montículo cuya capacidad de almacenamiento temporal debe tener una capacidad máxima de 750 m^3. Dicha actividad se debe realizar en forma trapezoidal; deberá tener las siguientes medidas. (Ver **Figura 5-42**).

Base: 10 m
Longitud: 50 m
Altura: 1,5 m
Talud: 3H: 1V

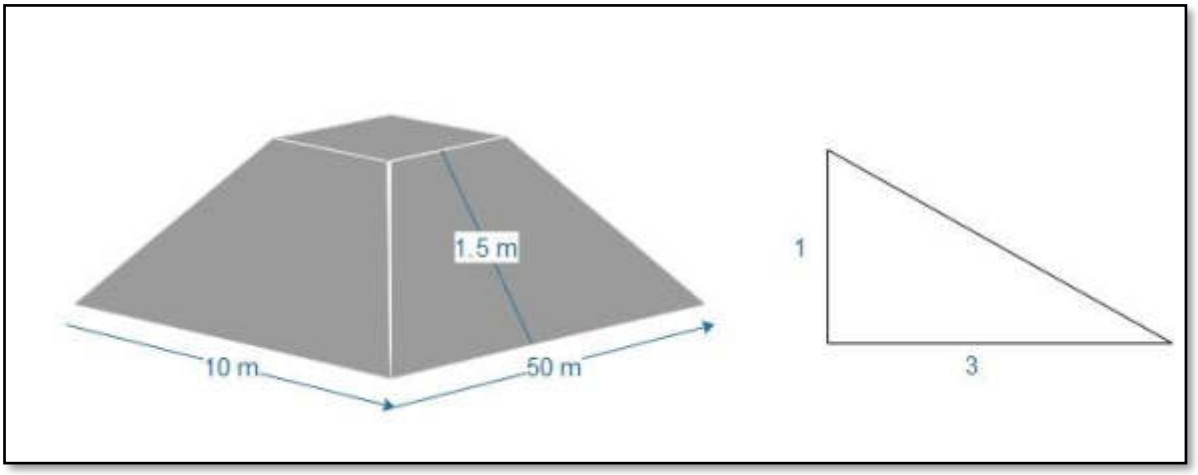


Figura 5-42. Depósito de Suelo Separado
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

El montículo de suelo, almacenado temporalmente en la zona de acopio, tiene que estar cubierto por un material impermeable para protegerlo de la precipitación que se presente en la zona y que podrían generar lixiviados.

- Retiro y Reposición de la Capa Orgánica del Suelo

- Seguimiento y monitoreo en el manejo y conservación del suelo orgánico. El seguimiento se debe realizar mediante inspección visual de manera permanente durante el tiempo que se realice el retiro de la capa orgánica, para lo cual se debe contar con un profesional idóneo.
- Durante este proceso se debe recuperar el horizonte orgánico y el suelo en las zonas donde se desarrollan estas actividades; las áreas excavadas se presentan en la **Tabla 5-52**
- Verificar diariamente la correcta recuperación y almacenamiento de los suelos orgánicos.
- Verificar la efectividad de las prácticas de revegetación.
- Verificar que se realice la reposición del suelo extraído en la zona donde fue removido para el tratamiento, con el mismo suelo tratado y/o con material de préstamo de las áreas aledañas

(previa verificación que la concentración de Hidrocarburos totales de Petróleo, Cadmio o plomo en el material de préstamo se encuentre de acuerdo a los lineamientos de la remediación).
- Seguimiento de las actividades de revegetación. (El suelo proveniente del retiro de la capa orgánica deberá ser usada en la revegetación de las áreas intervenidas para la construcción del proyecto; por lo tanto, se debe realizar un seguimiento y monitoreo estricto para evitar la contaminación del mismo y verificar su utilización en actividades de reconformación de taludes o de zonas verdes.
- Revisión periódica de los canales perimetrales, bermas o canales de sedimentación para el control de aguas de escorrentías

5.9.3.2. Plan de Control durante el Tratamiento de Suelos

El tratamiento de suelo que se empleará para los Sitio S0104 (Botadero Km 2), será la implementación de las técnicas de bioestimulación enzimática y solidificación *ex situ – on site*; el control y monitoreo se debe efectuar en cada una de las fases de la aplicación de las técnicas mencionadas:

- Bioestimulación Enzimática

- Por medio de retroexcavadoras y/o de forma manual con palas se debe realizar la homogenización del suelo extraído de la zona afectada para ser ubicada en el montículo de la zona de acopio.
- Controlar la dosificación de los insumos necesarios para el tratamiento del suelo para la aplicación de las técnicas.

- Solidificación

- Mezclado

  - Verificar que el material separado sea mezclado con agua y el cemento. Esta mezcla se sugiere realizar en un camión mezclador o concretero.
  - Verificar las posibles reacciones que se puedan presentar como generación de calor y liberación de gas por el contacto con metales.
  - Verificar que el mezclador o la tubería donde se va a realizar la descarga se encuentre en buenas condiciones de funcionamiento.

- Colocación de los Bloques de Concreto

  - Controlar que la colocación de los bloques de concreto sea en el área establecida y este protegido con geomembrana.
  - Verificar antes de la colocación del concreto la colecta de probetas o cilindros con la mezcla final para realizar los ensayos de las características del concreto.
  - La mezcla final de concreto presentará mayor volumen en comparación al suelo removido; se debe aprovechar la pendiente para la colocación de la mezcla final y la nivelación del terreno.

- Impermeabilización

  - Verificar la correcta colocación de la membrana de protección cuando se haya realizado el fraguado.

- Recubrimiento

  - Controlar visualmente que el recubrimiento de la zona donde se realizó la técnica sea recubierto con suelo nativo y que en la parte superficial se coloque una capa orgánica (*top soil*). La reforestación debe ser desarrollada siguiendo el plan de revegetación.

5.9.3.3. Plan de Control para Sedimentos durante la Ejecución de las Medidas de Remediación

Se aclara que la remediación de los sedimentos se llevara a cabo conjuntamente con el suelo; estos sedimentos no retornarán al lecho del cuerpo de agua, serán dispuestos conjuntamente con los suelos tratados.

Por otro lado, se debe definir metodologías (formatos y registros) para el seguimiento de las diferentes actividades que se ejecutaran en el área impactada.

- Se debe instruir a los operadores encargados de estas actividades acerca de los cuidados y la forma en que se debe remover y transportar los sedimentos; se debe hacer especial énfasis en lo que concierne a la profundidad a la cual se debe extraer el sedimento del lecho del cuerpo de agua. Se deben verificar las técnicas de control de dispersión de contaminantes hacia el agua superficial.
- Monitoreo del caudal de la quebrada Capahuari Yacu.
- Verificar las medidas de estabilización de pendientes y prevenir la erosión en las laderas al momento de la extracción de los sedimentos.
- Si se presentan situaciones no deseadas como procesos de erosión, se deben tomar medidas puntuales y específicas; por ejemplo: compactamiento del lecho y protección de márgenes.
- Para cada uno de los monitoreos se deberá llevar un registro fechado que incluya las observaciones realizadas.
- Los controles y monitoreo en el almacenamiento del sedimento serán los mismos que los de suelo.
- Se verificará la adecuada homogenización del sedimento con el suelo a tratar en el área de acopio.
- Durante los trabajos de extracción, se deberá colocar los accesorios necesarios para controlar las trazas de hidrocarburos que se desprendan. Como mínimo se emplearán salchichas, barreras, absorbentes de hidrocarburos, trapos absorbentes, otros.

5.9.4. Plan de Monitoreo durante la ejecución de las medidas de remediación

5.9.4.1. *Muestreo de suelos durante los Trabajos de Remediación*

El monitoreo de las características del suelo se debe realizar de acuerdo con lo establecido en la Guía de muestreo de Suelos en el marco del Decreto Supremo N° 011-2017-MINAM, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo o la norma ambiental vigente a la fecha de elaboración de este documento, los cuales deben programarse de acuerdo con los períodos de actividad de la ejecución de las técnicas de remediación.

Para el Sitio S0104 (Botadero Km 2), se deben tener los equipos necesarios para la medición de los parámetros fisicoquímicos (ver **Tabla 5-53**), de suelo antes, durante y después del tratamiento de suelo.

- Bioestimulación Enzimática

- Antes del Tratamiento

- Se debe tomar una muestra compuesta del suelo homogenizado que se encuentra en el área de acopio antes de ejecutar las técnicas; se debe tener en cuenta tomar una muestra a un volumen máximo de 750 m^3 de suelo por cada lote.
- Se debe tomar mínimo tres (3) submuestras a lo largo del montículo del suelo contaminado y realizar una homogenización para realizar el muestreo compuesto. En la **Figura 5-43**, se identifica la distribución de la toma de las submuestras.
- Los compuestos orgánicos a analizar en laboratorio son los siguientes: fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40), BTEX, Hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH´s), Bifenilos policlorados (PCB´s).

- Se realizarán pruebas de Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K), para determinar la concentración de nutrientes en el suelo.
- Se realizará un conteo de Unidad formadora de colonias para determinar cuantitativamente y cualitativamente el número y tipo de bacterias presentes en el suelo.
- Se analizarán las propiedades físicas del suelo como pH, humedad y granulometría.

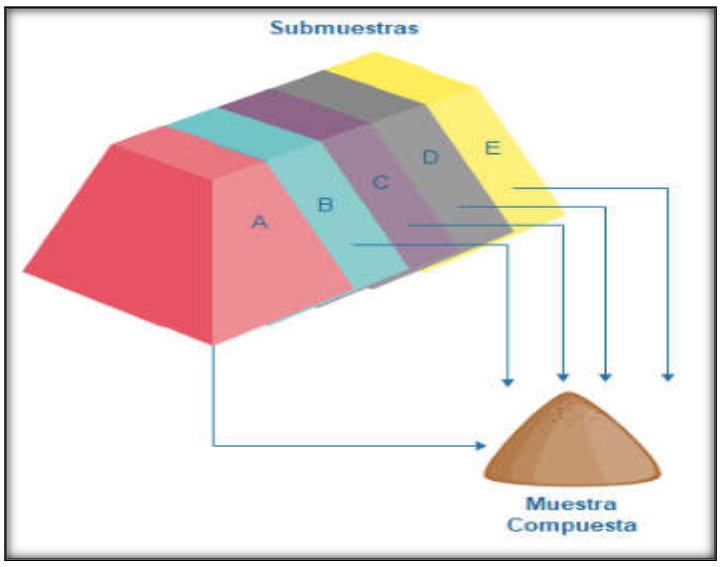


Figura 5-43. Muestreo compuesto
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- Durante el tratamiento:

- Análisis por método colorimétrico o análogo, para determinar la concentración de los hidrocarburos totales de petróleo, para correlacionar los niveles de reducción de estos compuestos.
- Medición de humedad y pH.

- Al finalizar el tratamiento:

- Los compuestos orgánicos a analizar en laboratorio son los siguientes: fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40), BTEX, Hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH´s), Bifenilos policlorados (PCB´s).
- Se realizarán pruebas de Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K), para determinar la concentración de nutrientes que son necesarios para el proceso de revegetación.
- Determinar las características del suelo tratado.
- El proceso se dará por finalizado cuando la concentración de los contaminantes de preocupación sea igual o menor al UCL95.

- Solidificación

Con el objetivo de determinar si la cantidad de agente solidificante fue la adecuada, se realizarán ensayos para determinar la integridad física de los bloques de concreto, estos ensayos permitirán caracterizar al material en función del contenido de agua, el límite líquido y plástico para establecer la compresibilidad, permeabilidad, compactibilidad, contracción e hinchazón.
Los ensayos que se realizarán son los siguientes:

- Antes y Durante el Tratamiento

- Determinar la densidad del monolito estabilizado
- Prueba de compactación-humedad / densidad de las mezclas suelo-cemento: Esta prueba se realiza cuando el material no ha sido solidificado y permite establecer el grado de humedad del material que permite alcanzar la máxima compactación.
- Prueba de permeabilidad: Esta prueba permite determinar la cantidad y el flujo de agua que pasa a través de un material bajo condiciones de saturación. Se recomienda que los desechos solidifcados destinados a ser enterrados, tengan una permeabilidad de 10^{-5} cm/s.
- Pruebas de resistencia a la compresión: Estas pruebas se realizan para determinar la capacidad del concreto de sufrir estrés mecánico y resistir sobrecargas, los ensayos se realizan para asegurarse que la mezcla del material solidificado cumpla con los requerimientos de la resistencia especificada. El resultado de resistencia a la compresión es el promedio del resultado de al menos dos muestras elaboradas con el mismo tipo de concreto y sometidas a ensayo a la misma edad. Los tiempos para el curado del cemento son 1, 7, 14 y 28 días. Según la EPA la resistencia a la compresión debe ser equivalente a 50 psi (0,344 MPa).
- El ensayo a la resistencia a la compresión se realizará según la Norma NTC 550 y 673.
- Fuerza de flexión: La resistencia a la flexión de un concreto es inferior al valor de la resistencia a la compresión, este valor indica la resistencia a la ruptura de un material solidificado cuando sobre él se aplica una fuerza en sentido axial. Este parámetro permite establecer el límite de sobrecarga de materiales sobre el concreto sí que sufra ruptura. Las pruebas se realizarán según la Norma NTC 1377 o ASTM C31 y ASTM C78.
- Pruebas de durabilidad (opcional): Se define la durabilidad del concreto de cemento Pórtland como la habilidad para resistir la acción del intemperismo, el ataque químico, abrasión, y cualquier otro proceso o condición de servicio de las estructuras, que produzcan deterioro del concreto. La durabilidad no depende exclusivamente de la dosificación empleada para la preparación del concreto, sino que también depende de factores ambientales y de las condiciones de trabajo a la cual se someta la mezcla solidificada.
- Límites de Atterberg (opcional): Son ensayos de laboratorio que se utilizan para caracterizar el comportamiento de suelos y permiten determinar los límites del rango de humedad dentro del cual el suelo se mantiene en estado plástico. Los límites líquidos para mezclas de solidificantes generalmente están en un rango de 40-55% de contenido de agua. Los límites plásticos para este tipo de mezclas están en el rango 20-50% de contenido de agua. Los resultados de estos límites darán una idea sobre la cantidad de solidificante a mezclar con el suelo contaminado.
- Potencial de Oxido-Reducción: Permite determinar si un medio es Oxidante o Reductor, los agentes reductores tienen un potencial alto de transferencia de electrones. El potencial de Oxido-Reducción indica la posibilidad de lixiviar de un metal y permite determinar el estado de oxidación de los metales y consecuentemente su grado de toxicidad ya que la toxicidad de los elementos químicos está relacionada con su grado de especiación.
- Pruebas de lixiviación: El grado de lixiviación de los metales pesados depende entre otros factores de su estado de oxidación y de las propiedades hidrológicas y geoquímicas del medio en donde se realizará su disposición por lo tanto para conocer cómo se comportará el material solidificado bajo condiciones ideales y críticas es necesario realizar pruebas de lixiviación. Monitoreo de lixiviados TCLP de Cadmio (Cd) y plomo (Pb); la frecuencia se debe establecer de acuerdo a lo mencionado en la Tabla 5-53.
- El diámetro de los cilindros debe tener 6 x 12 pulgadas, de acuerdo a las normas ASTM C 31, C 39, C 617, C 1077, C 1231.
- Los resultados de las pruebas se compararán con el valor presentado en la Tabla 5-54**.**
- Antes de realizar la prueba de las probetas o cilindros, se debe tener un reposo mínimo de siete (7) días después de su elaboración.

- Zona Impactada

- Se debe tomar muestra de control en las 4 paredes del sitio donde se hizo la excavación para la remoción del suelo, con el fin de asegurar que en el área no quedo suelo impactado. La profundidad de la toma de la muestra en la zona impactada, una vez se haya removido el

material, será superficial (0,00 a 0,30 metros) y por una sola vez. En caso que se supere los parámetros establecidos, se excavará hasta encontrar zonas limpias y serán corroboradas con un muestreo adicional.

- Se debe tomar una (1) muestra en el fondo de la excavación donde se hizo remoción del suelo a tratar.

Los muestreos de suelo se efectuarán netamente en el área a remediar en el sitio S0104 (Botadero Km 2) y en los suelos ubicados en las pilas de acopio para el tratamiento.

A continuación, en la **Tabla 5-52**, se relaciona las áreas donde se va a tomar el muestreo de monitoreo (4 Paredes) de en las zonas donde se realizó la excavación.

Tabla 5-52. Ubicación Área para Muestreo de Monitoreo en el área Excavada

Sitios Impactados		Nombre	Coordenadas		Profundidad (m)	Contaminante
Nombre	Código OEFA		Este	Norte		
Botadero Km 2	S0104	S0104-PMont-001	339019	9693188	1,5	Plomo (Pb) Cadmio (Cd)
		S0104-PMont-002	339027	9693187		
		S0104-PMont-003	339023	9693184		
		S0104-PMont-004	339023	9693191		
		S0104-PMont-005	339016	9693155	1	
		S0104-PMont-006	339020	9693152		
		S0104-PMont-007	339017	9693148		
		S0104-PMont-008	339013	9693151		
		S0104-PMont-009	339017	9693079	1,5	
		S0104-PMont-010	339021	9693083		
		S0104-PMont-011	339024	9693079		
		S0104-PMont-012	339021	9693075		
		S0104-PMont-013	339082	9693148	0,3	
		S0104-PMont-014	339080	9693149		
		S0104-PMont-015	338873	9693190	0,4	
		S0104-PMont-016	338867	9693188		
		S0104-PMont-017	338870	9693184		
		S0104-PMont-018	338869	9693191		
		S0104-PMont-019	338993	9693199	1	
		S0104-PMont-020	339002	9693199		
		S0104-PMont-021	338994	9693191		
		S0104-PMont-022	339001	9693191		
		S0104-PMont-023	339036	9693086	1	
		S0104-PMont-024	339047	9693086		
		S0104-PMont-025	339046	9693073		
		S0104-PMont-026	339036	9693066		
		S0104-PMont-019	339050	9693163	1,50	HC - F2 HC - F3 Plomo (Pb) Cadmio (Cd)
		S0104-PMont-020	339049	9693155		
		S0104-PMont-021	339040	9693156		
		S0104-PMont-022	339040	9693162		
		S0104-PMont-023	339067	9693148	2	HC - F2 HC - F3
		S0104-PMont-024	339055	9693147		
		S0104-PMont-025	339067	9693137		
		S0104-PMont-026	339054	9693137		

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

- Después del Tratamiento:

Después de aplicada la técnica de solidificación *ex situ -on site*, el sólido formado por el cemento y el suelo contaminado deberá estar impermeabilizado por una geomembrana y por una capa de arcilla; por ello, no se considera pertinente realizar muestreo fisicoquímico después del tratamiento.
Se realizará el seguimiento y el control de procesos erosivos y de desestabilización que eventualmente puedan presentarse por efecto de las aguas lluvia o por movimientos geológicos.

- Técnica de Bioestimulación enzimática

- Después del tratamiento de Bioestimulación enzimática se debe tomar la muestra al suelo tratado semanalmente para el seguimiento de la remediación.
- Monitoreo de las poblaciones bacterianas que se desarrollan después el proceso de remediación.

- Técnica de solidificación

- Después del tratamiento de solidificación, el sólido formado por será impermeabilizado mediante geomembrana; por ello, no se considera realizar muestreo fisicoquímico después del tratamiento. Sin embargo, es aplicable acciones de vigilancia de la integridad con énfasis en prevenir procesos erosivos.

5.9.4.1.1. Parámetros y Frecuencias de Monitoreo

Considerando los agentes contaminantes presentes en los sitios trabajo y la metodología de aplicación de cada técnica presente en el numeral **5.6.2.** A continuación, se presentan los parámetros a monitorear para cada alternativa de remedición.

La **Tabla 5-53**, contiene los parámetros fisicoquímicos que deben ser monitoreados para garantizar el tratamiento óptimo del suelo. Estos parámetros tienen un impacto directo en el proceso de remediación.

Tabla 5-53. Parámetros Fisicoquímicos y Frecuencia a Monitorear

Parámetros	Frecuencia	Etapa	Propósito
Bioestimulación enzimática			
Fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40)	Mensual	Antes y después del tratamiento	Determinar la eficiencia de descomposición de la fracción de hidrocarburos F3
Fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28)	Mensual	Antes y después del tratamiento	Determinar la eficiencia de descomposición de la fracción de hidrocarburos F3
Textura del suelo	Antes y después del proceso	Antes y después del tratamiento	Determinar el tipo de suelo según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
Análisis de Nitrógeno, Potasio y Fósforo (NPK)	Antes y después del proceso	Antes y después del tratamiento	Regular los parámetros NPK del suelo
Hidrocarburos totales de petróleos HTP por colorimetría	Semanal	Durante el proceso	Determinar la eficiencia de descomposición de los hidrocarburos totales de petróleo
Conteo microbiólogico	Semanal	Antes y después del tratamiento	Calcular la densidad de las comunidades bacterianas en el suelo contaminado y determinar el tipo de bacterias aerobias. Parámetro de proceso
pH	Semanal	Antes y después del tratamiento	Parámetro que incide directamente en el proceso
Humedad	Semanal	Durante el proceso	Parámetro que incide directamente en el proceso
Solidificación			

Parámetros	Frecuencia	Etapa	Propósito
Metales pesados (Cd y Pb) en suelo	Antes del proceso de solidificación	Previo al inicio del proceso de solidificación	Caracterizar el suelo que será solidificado
Metales en Extracto de TCLP (Cd y Pb) en suelo	Antes del proceso de solidificación	Previo al inicio del proceso de solidificación	Determinar las propiedades de lixiviación de los metales identiicados
pH	Antes del proceso de solidificación	Previo al inicio del proceso de solidificación	Determinar las propiedades físicas del suelo a solidificar
Metales en Extracto de TCLP (Cd y Pb) en el monolito solidificado	Por cada lote	Durante el proceso de solidificación	Determinar la capacida de lixiviar del monolito solidificado. Las pruebas se realizarán en muestras de concreto
Ensayo a la resistencia a la compresión	Por cada lote	Durante el proceso de solidificación	Caracterizar el concreto
Prueba de permeabilidad	Por cada lote	Durante el proceso de solidificación	Determinar la cantidad y el flujo de agua que pasa a través de un material bajo condiciones de saturación.
Fuerza de flexión	Por cada lote	Durante el proceso de solidificación	Determinar la resistencia a la ruptura del material solidificado
Límites de Atterberg	Por cada lote	Durante el proceso de solidificación	Determinar la cantidad de solidificante a mezclar con el suelo contaminado.
Pruebas de durabilidad	Por cada lote	Durante el proceso de solidificación	acción del intemperismo, el ataque químico, abrasión

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.9.4.1.2. Parámetros y Metodologías Analíticas

En la **Tabla 5-54**, se presenta los parámetros de muestreo, los métodos de análisis, los límites de detección empleados por laboratorios y los Estándares de Calidad para Suelo de uso agrícola. Esto servirá como referencia de aquellos parámetros que deben ser analizados para verificar la disminución en las concentraciones de los contaminantes de preocupación.

Tabla 5-54. Parámetros, Método de Análisis, Límites de Detección y Estándares de Calidad

Parámetros	Método de Referencia	Metodología	Límite de Detección	Estándares de Comparación (a)
pH	EPA Method 9045 D, Rev. 4 2004	Procedimiento electrométrico para medir pH en suelos (*in situ*)	---	(b)
Fracción de hidrocarburos F2(>C10-C28)	EPA Method 8015 C, Rev. 3 2007	Test de colorimetría	0,9 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (1200 mg/kg)
Fracción de hidrocarburos F3(>C28-C40)	EPA Method 8015 C, Rev. 3 2007	Test de colorimetría	0,9 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (3000 mg/kg)

Parámetros	Método de Referencia	Metodología	Límite de Detección	Estándares de Comparación (a)
Cadmio total	EPA 3050 B: 1996 / EPA 6010 B: 1996	Determinación de la movilidad de contaminantes en una muestra	0,5 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (1,4 mg/kg)
Plomo total	EPA 3050 B: 1996 / EPA 6010 B: 1996	Determinación de la movilidad de contaminantes en una muestra	2,0 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (70 mg/kg)
Cadmio en extracto de TCLP	EPA 1311. Rev 0 July 1992(Lixiviación) / EPA 200.7 Revisión 4.4 (1994)		0,0015 mg/l	*Code of Federal Regulations of USA, title 40 Part 261 Subpart C § 261.24* (1,0 mg/l)
Plomo en extracto de TCLP	EPA 1311. Rev 0 July 1992(Lixiviación) / EPA 200.7 Revisión 4.4 (1994)		0,02 mg/l	*Code of Federal Regulations of USA, title 40 Part 261 Subpart C § 261.24* (5,0 mg/l)
Contenido de materia orgánica	NOM-021-RECNAT-2000	Norma Oficial Mexicana que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad, y clasificación de suelos. Estudios Muestreos y Análisis.	---	(b)
Prueba de resistencia a la compresión (UCS)	ASTM D1633	Métodos de prueba estándar para la resistencia a la compresión de los cilindros de cemento y suelo moldeados	---	> 50 psi
Prueba de Permeabilidad	ASTM D5084	Métodos de prueba estándar para medir la conductividad hidráulica de materiales porosos saturados utilizando un permeámetro de pared flexible	---	$< 1 \times 10^{-6}$ cm/s
Humedad en suelo	ASTM D2216	Determinación en laboratorio del contenido de agua (humedad) en el suelo (*in situ*) (b)	---	(b)

Parámetros	Método de Referencia	Metodología	Límite de Detección	Estándares de Comparación (a)
Comunidades Microbianas	Recuento de células viables: Método de extensión en placa	Determinación de células viables	---	(b)

(a) El límite de detección es referencial
(b) Parámetros que tienen influencia sobre la movilidad de los contaminantes en el suelo.
(c) Puede emplearse equipos de medición directa de humedad en suelo.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.9.4.2. *Muestreo de Sedimentos durante los trabajos de Remediación*

Las actividades de remediación del sitio S0104 (Botadero Km 2) también incluyen el componente sedimento de la quebrada Capahuari Yacu Este, se considera importante el monitoreo de este componente. El muestreo servirá para verificar que los trabajos de remediación no generen impactos o si los hicieran, tomar las medidas correctivas para su mitigación.

Para este sitio, se debe realizar el monitoreo del sedimento antes y después de su retiro del cuerpo de agua para su tratamiento.

- Antes del Tratamiento: Se debe tomar la muestra de sedimento del mismo lecho de la quebrada Capahurí Yacu, esto con la finalidad de corroborar las concentraciones de hidrocarburos totales de petróleo (HTP).
- Durante el Tratamiento: Se debe tomar muestra de sedimento como control, en el lecho del cuerpo de agua donde se hizo la extracción de los sedimentos, esto con la finalidad de asegurar que en el lecho de la quebrada no quede sedimento con concentración de Hidrocarburos totales de petróleo (HTP) que superen los 500 mg/kg de acuerdo a la normatividad internacional *Environmental Quality Standards for Contaminated Sites.* La profundidad de la toma de la muestra debe ser de entre 0,00 m a 0,50 m.

5.9.4.2.1. Parámetros y frecuencia de monitoreo

Para el muestreo de los sedimentos se tendrá la siguiente consideración:

- Antes del Tratamiento: Se debe realizar la muestra tipo compuesta tomada de las diferentes áreas del suelo homogenizado con el sedimento que se encuentra en el área de acopio; según la guía de muestreo de suelos. La frecuencia de la toma de muestra será semanal.

- Zona Impactada: Se recomienda tomar la muestra de sedimento con la herramienta *Russian Peat Bore* o muestreador de turba en el lecho de la quebrada Capahuari Yacu. La finalidad es de corroborar que se retiró todo el sedimento contaminado y el lecho del cuerpo de agua presente sedimentos con concentraciones menores a 500 mg/kg.

- Después del Tratamiento: Se aclara que la remedición del sedimento se realizara conjuntamente con el suelo, por ello el material tratado no regresara al lecho del cuerpo de agua, por el contrario, este será repuesto como suelo en el área remediada, por ello para esta etapa no se realizara muestreo después del tratamiento.

Considerando los agentes contaminantes presentes en el sitio de estudio y la metodología de aplicación de cada técnica presente en el numeral **5.6.2** En la **Tabla 5-55**, se presentan los parámetros a monitorear en sedimentos.

Tabla 5-55. Parámetros y Frecuencia de Monitoreo en Sedimentos

Parámetros	Frecuencia	Etapa	Finalidad
HTP	Única vez	Después de retirado el sedimento del cauce	Verificar la concentración de hidrocarburos en los sedimentos
pH	Por cada lote	Antes del tratamiento	Podría afectar los requerimientos para el pretratamiento, compatibilidad con los materiales los equipos de construcción
Capacidad de intercambio catiónico	Semanal	Antes del tratamiento	
Contenido de materia orgánica	Semanal	Antes del tratamiento	

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.9.4.2.2. Metodologías Analíticas y Límites de Detección

En la **Tabla 5-56**, se presenta el método de análisis, los límites de detección empleados por laboratorios y los estándares de calidad para sedimentos. Esto como una referencia de aquellos parámetros que deben ser analizados para verificar la disminución en las concentraciones de los contaminantes de interés.

Tabla 5-56. Metodologías de Análisis y Límites de Detección para Sedimentos

Parámetros	Método de Referencia	Descripción	Límite de Detección	Estándares de Comparación (a)
pH	EPA *Method* 9045 D, Rev 4 2004	Procedimiento electrométrico para medir pH en sedimentos (*in situ*)	---	(b)
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C9-C40)	EPA METHOD 8015 C, Rev 3 2007	Determinación de Compuesto Orgánicos No Halogenados por Cromatografía de Gases	2 mg/kg	Environmental Quality Standards for Contaminated Sites (2014) Nova Scotia: 500 mg/kg
Capacidad de intercambio catiónico	EPA 9081, Rev. 0 1986	Método de laboratorio para determinar Capacidad de Intercambio Catiónico	---	(b)
Contenido de materia orgánica	NOM-021-SEMARNAT-2000	Norma Oficial Mexicana que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad, y clasificación de suelos. Estudios Muestreos y Análisis.	---	(b)

(a) El límite de detección es referencial
(b) Parámetros que tienen influencia sobre la movilidad de los contaminantes en el sedimento.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.9.4.2.3. Ubicación de la estación de monitoreo

En la **Tabla 5-57**, se presenta la ubicación de las estaciones de monitoreo de sedimentos

Tabla 5-57. Ubicación de Estaciones de Monitoreo en Sedimentos

Sitios Impactados		Nombre	Coordenadas	
Nombre	Código OEFA		Este	Norte
Botadero Km 2	S0104	S0104-SedMont-001	339151	9693169

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.9.4.3. *Muestreo de agua superficial durante los Trabajos de Remediación*

El muestreo de aguas superficiales se realizará en la quebrada de Capahuari Yacu, donde se efectuarán trabajos de remediación de sedimentos. Los muestreos servirán para verificar que los trabajos de remediación no generan impactos o si los hicieran, tomar las medidas correctivas para menguar el impacto.

5.9.4.3.1. Parámetros y frecuencia de monitoreo

En la **Tabla 5-58**, se presentan los parámetros, metodologías y frecuencia de monitoreo para aguas superficiales.

Tabla 5-58. Parámetros y frecuencia de monitoreo en aguas superficiales

Parámetros	Método de Referencia	Límite de Detección (a)
pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 22nd Ed. 2012	----
Temperatura de la muestra	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 22nd Ed. 2012	---
Conductividad Eléctrica	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 22nd Ed. 2012	---
Oxígeno Disuelto	EPA 360.1 1971	---
Arsénico total	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	0,00003 mg/L
Bario total	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	0,0001 mg/L
Cadmio total	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	0,00001 mg/L
Mercurio total	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	0,00003 mg/L
Plomo total	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	0,0002 mg/L
Hidrocarburos totales de petróleo (C9-C40)	EPA METHOD 8015 C, Rev. 3 2007	0,01 mg/L

(a) El límite de detección es referencial

Elaboración: Estándares de Calidad de Agua Superficial, D.S. N° 004-2017-MINAM.

5.9.4.3.2. Ubicación de la estación de monitoreo

En la **Tabla 5-59**, se presenta la ubicación de las estaciones de monitoreo de agua superficial.

Tabla 5-59. Estaciones de Muestreo Agua Superficial

Puntos de Muestreo	Sitio	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18S	
		Este	Norte
S0104-AsMont-001	Botadero Km 2	339149	9693173
S0104-AsMont-002		338868	9693328

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.9.4.4. *Muestreo de agua subterránea durante los Trabajos de Remediación*

Se debe realizar el muestreo de agua subterránea en el piezómetro construido, con la finalidad de verificar que las actividades de remediación no afecten el agua subterránea.

5.9.4.4.1. Parámetros, frecuencia de monitoreo y valores guía de comparación

En la siguiente tabla se presentan los parámetros, metodologías y frecuencia de monitoreo para aguas subterráneas.

Tabla 5-60. Parámetros y frecuencia de monitoreo en agua subterránea

Parámetros	Unidades	Frecuencia	Valores de Intervención
Parámetros de Campo			
Potencial de Hidrógeno	UpH	Trimestral	---
Temperatura del agua	°C		---
Conductividad Eléctrica (CE)	µS/cm		---
Turbidez	NTU		---
Hidrocarburos			
Hidrocarburos Totales de Petróleo	µg/L	Trimestral	600[74]
Inorgánicos			
Arsénico total	µg/L	Trimestral	60
Bario total	µg/L		625
Cadmio total	µg/L		6
Cromo total	µg/L		30
Mercurio total	µg/L		0,3
Plomo total	µg/L		75
Arsénico disuelto	µg/L		(a)
Bario disuelto	µg/L		
Cadmio disuelto	µg/L		
Cromo disuelto	µg/L		
Mercurio disuelto	µg/L		
Plomo disuelto	µg/L		

(a) Este parámetro se considera para evaluar la disolución de los metales en el agua subterránea.

Fuente: *Soil Remediation Circular 2013, versión of July 2013.*

5.9.4.4.2. Metodologías analíticas y límites de detección

Los métodos analíticos que se emplearan en el análisis de muestras de agua superficial se presentan a continuación:

Tabla 5-61. Metodologías de análisis y límites de detección para agua subterránea

Parámetros	Método de referencia	Límite de detección (a)
Potencial de Hidrógeno (1)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 22nd Ed. 2012	-----
Temperatura del agua (1)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 22nd Ed. 2012	-----
Conductividad Eléctrica (1)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 22nd Ed. 2012	-----
Turbidez	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 22nd Ed. 2012	0,08 NTU
Hidrocarburos Totales de Petróleo	EPA METHOD 8015 C, Rev. 3 2007	0,01 mg/L
Arsénico total	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,00003 mg/L
Bario total	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,0001 mg/L
Cadmio total	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,00001 mg/L
Cromo total	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,0001 mg/L
Mercurio total	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,00003 mg/L
Plomo total	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,0002 mg/L
Arsénico disuelto	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,00003 mg/L
Bario disuelto	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,0001 mg/L
Cadmio disuelto	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,00001 mg/L

[74] Mineral Oil

Parámetros	Método de referencia	Límite de detección (a)
Cromo disuelto	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,0001 mg/L
Mercurio disuelto	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,00003 mg/L
Plomo disuelto	EPA 6020A Rev. 1 February 2007	0,0002 mg/L

(a) El límite de detección es referencial
(1) Parámetros de medición inmediata (*in situ*)

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.9.4.4.3. Ubicación de la estación de monitoreo

En la **Tabla 5-62**, se presenta la ubicación de la estación de monitoreo de agua subterránea.

Tabla 5-62. Ubicación de la estación de monitoreo de agua subterránea

Código	Sitio	Coordenadas UTM (DATUM WGS84)	
		Este	Norte
S0104-AsubMont-001	Botadero Km 2	339003	9693166

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.9.4.4.4. Medición de Nivel Freático

El nivel freático y la interface aceite-agua se determinará con un Medidor de Nivel Freático e Interface que tiene un rango de uso de hasta 30 metros de profundidad. El equipo permite determinar los líquidos livianos (flotantes) de fase no acuosa (LNAPL) y de líquidos densos (que se hunden) de fase no acuosa. La medición del nivel freático debe realizar siempre previo al muestreo de agua, previo desarrollo del pozo o previo a la purga de este.

5.9.5. Monitoreo Medio Biótico

Durante el desarrollo de las actividades de adecuación de las áreas que serán construidas para el tratamiento del sitio impactado (campamentos y áreas de maniobra, entre otros) se generarán algunos impactos sobre la fauna que tendrán que ser evaluados y a los cuales se les tendrán que proponer medidas de manejo que estén enfocadas al control, mitigación y/o compensación sobre los grupos taxonómicos afectados.

5.9.5.1. *Fases para el Proceso de Recuperación del Componente Fauna*

Por ende, se sugiere una ruta de trabajo para el equipo especialista que desarrollará dichas labores en el componente fauna, las cuales se muestran en la **Figura 5-44**.

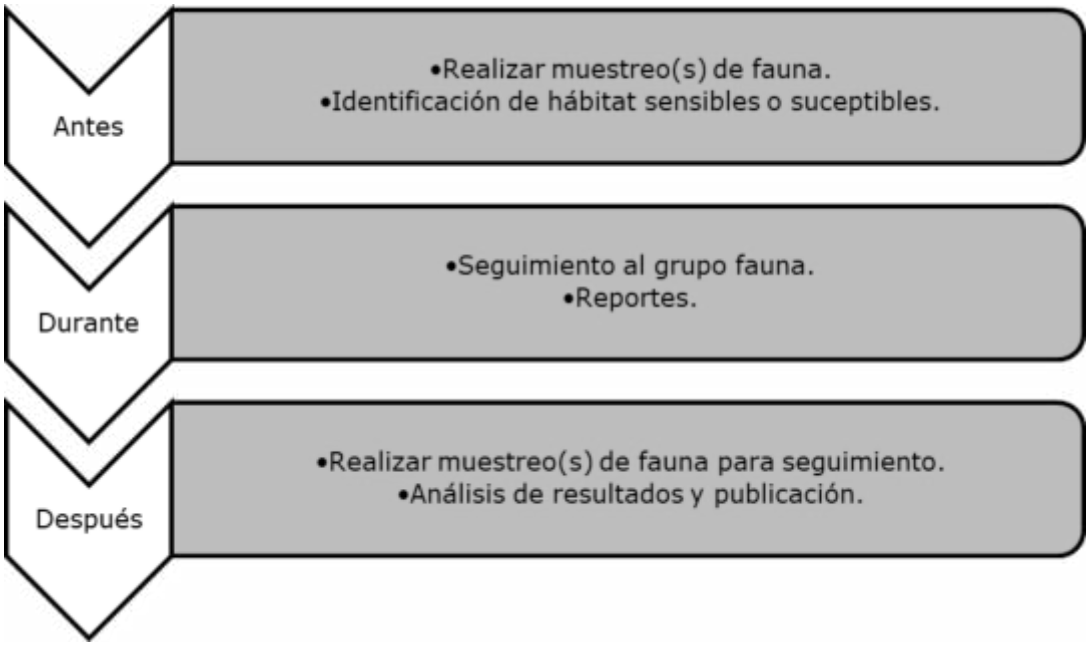


Figura 5-44. Ruta de Trabajo para el Monitoreo de Recuperación del Componente Fauna
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.9.5.1.1. Antes

Muestreo de fauna silvestre: 1 a 3 semanas antes de dar inicio a las obras en cada sitio será necesario realizar un levantamiento de información primaria de acuerdo a lo establecido en "La guía de inventario de la Fauna Silvestre" publicada por el MINAM en 2015 bajo el reglamento del decreto legislativo N° 1278 de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (D.S. N° 014-2017-MINAM). o por aquella que se encuentre vigente en el momento de iniciar las actividades de rehabilitación. En ella se tendrá en cuenta el equipo mínimo de profesionales requerido por la norma (dos (2) mastozoólogos, un (1) ornitólogo y un (1) herpetólogo); con estos muestreos se garantizará tener la información actualizada de las comunidades de fauna presentes en cada sitio, y será una información comparable con los muestreos realizados en la caracterización de fauna (ver numeral **3.6.6.3**). Se debe considerar una comparación entre las especies identificadas en el muestreo de este estudio, y los resultados que se proponen en esta fase. Especialmente aquellas que se encontraron en los apéndices del CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres), y en las categorías de amenaza mencionadas en el D.S. 004 de 2014 (Ver numeral **3.6.6.3.5,** de especies de importancia ecológica, económica y cultural) para identificar el estado de vulnerabilidad con el tiempo.

5.9.5.1.2. Muestreo de Fauna

El muestreo de fauna se debe realizar siguiendo la metodología propuesta por "La guía de inventario de la Fauna Silvestre" publicada por el MINAM en 2015, la cual se adaptó a las características del área de estudio de la siguiente forma:

Se deben realizar dos (2) transectos de un mínimo de 100 metros de largo para muestrear los grupos taxonómicos de herpetofauna, avifauna y Mastofauna. El ancho fijo de cada uno debe ser de 100m x 5m para herpetofauna (Transecto de Banda Fija - TBF), 100m x 10m para mamíferos (Transecto de Ancho Fijo) y 100m x 20m para aves (Transecto de franja fijo). Se debe considerar realizar transectos cortos y no uno único en el área, con el fin de poder estandarizar el muestreo teniendo en cuenta otros sitios que son de tamaños diferentes. Durante el levantamiento de información se debe registrar datos relacionados con la identificación taxonómica, hábitat y/o cobertura donde se encuentre el ejemplar, el estrato vertical (sotobosque, estrato medio y dosel) y extractó horizontal (borde, interior)

y, el número de individuos. Adicionalmente, se debe realizar registros fotográficos y tomar datos morfométricos y de salud de los individuos capturados.

Complementariamente deben llevar a cabo recorridos de observación libre (transectos lineales), con los cuales se busca realizar encuentros directos e indirectos de fauna silvestre en el área de estudio. Esta técnica es complementaria con el fin de levantar la mayor cantidad de información posible.

Adicionalmente, se deben llevar a cabo las siguientes técnicas de muestreo por grupo taxonómico:

- Herpetofauna

Se debe realizar la técnica de búsqueda por encuentro visual (VES); esta técnica consiste en buscar posibles microhábitat o cuerpos de agua para aumentar la posibilidad de encontrar ranas, serpientes, lagartos, tortugas entre otros. Esta técnica se encuentra asociada a los recorridos de observación libre. Adicionalmente, se debe instalar 4 parcelas de 5m x 5m, en las que se debe remover hojarasca y tierra en búsqueda de individuos en horario diurno (12:00-13:00) y nocturno (16:00-19:00). Las áreas escogidas para desarrollar esta técnica fueron aquellas donde se observarán posibles microhábitat o zonas de refugio de anfibios y reptiles durante la caracterización.

- Avifauna

Se deben instalar 4 Redes de niebla de 10m, cada una para un total de 40 m lineales, las cuáles se recomiendan operar de 6:00 a 9:00 y revisar en periodos de 20 a 30 minutos. Lo anterior indica que el esfuerzo de muestreo a realizar será de aproximadamente 13,2 horas/red por día (Ralph, y otros, 1996). Adicionalmente, se deben realizar recorridos de observación libre con el fin de complementar el levantamiento de información de avifauna por medio de registros visuales, auditivos y registros indirectos como evidencias reproductivas o rastros. Para esta técnica se deben emplear binoculares y una cámara fotográfica. (Ver **Figura 5-45**).

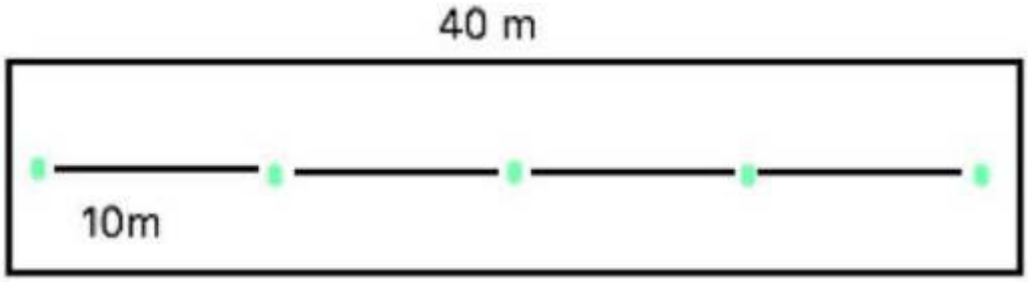


Figura 5-45. Distribución Redes de Niebla por Área Muestreada
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Las redes de niebla se deben instalar cerca de uno de los transectos de franja fijo con el fin de lograr que ambas técnicas sean complementarias.

- Mastofauna

Para el caso de los mamíferos pequeños, se debe instalar 10 trampas Tomahawk por dos noches de muestreo, cada trampa debería estar separada entre 5 y 10 m de distancia de cada una y camuflar con vegetación además se deben usar los cebos recomendados en la guía del inventario de la fauna silvestre. (Ministerio del Ambiente, MINAM., 2015). En la **Figura 5-46**, se muestra cómo debería ser la distribución.

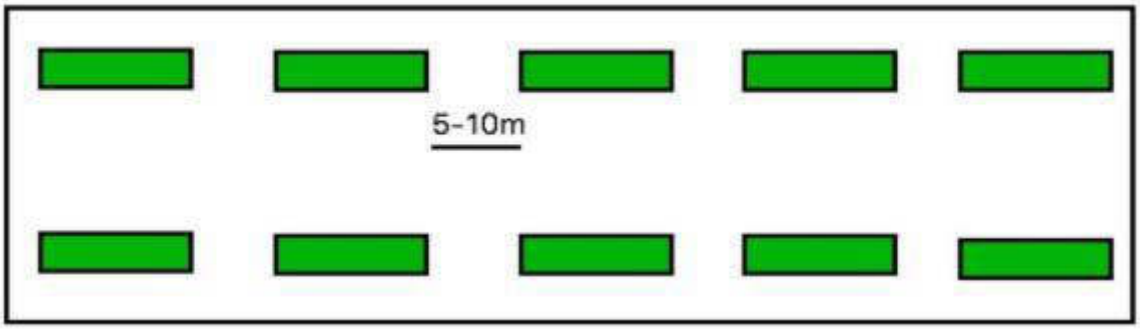


Figura 5-46. Distribución Trampas Tomahawk por Área Estudiada
Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Para el caso de los *mamíferos medianos y grandes*, se deben instalar cuatro (4) cámaras trampa por 2 noches de muestreo con el fin de identificar las especies que por allí se desplacen.

Todos los grupos taxonómicos estudiados y las especies e individuos registradas se deben reportar en formatos de campo y/o libreta de campo y se deben tomar datos relacionados con: Ubicación geográfica, identificación taxonómica, hábitat, evidencia encontrada, actividad realizada por el individuo y/o estado de la evidencia; se debe tomar registro fotográfico y en caso de la captura de algún individuo vivo se deben realizar las medidas morfométricas y del estado de salud del individuo, para finalmente liberarlos sin ser afectados.

Las trampas Tomahawk y las cámaras trampa, se deben instalar muy cerca de alguno de los transectos de ancho fijo del área de estudio, con el fin de complementar la información que arrojen las técnicas de muestreo utilizadas y obtener un mejor resultado en el análisis.

A continuación, en la **Tabla 5-63** y **Tabla 5-64**, se muestran las coordenadas de los vértices de los transectos y parcelas sugeridos para el muestreo.

Tabla 5-63. Coordenadas de los Transectos de Referencia para el Muestreo de Fauna

c	Sitio	Técnica de muestreo	Código	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S			
				Inicio		Final	
				Este	Norte	Este	Norte
1	S0104	Transectos de referencia fauna	S0104-FAU-TRAF-01	338891	9693203	338938	9693133
2			S0104-FAU-TRAF-02	338913	9693265	338922	9693191
3			S0104-FAU-TRL-01	338955	9693152	338838	9693219
4			S0104-FAU-TRL-02	338955	9693205	338839	9693266

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

Tabla 5-64. Coordenadas de Referencia para el Muestreo de Fauna

No.	Sitio	Técnica de muestreo	Código	Coordenadas UTM WGS84 Zona 18 S	
				Inicial	
				Este	Norte
1	S0104	Fauna parcelas herpetofauna	S0104-FAU-HER-PAR-01	338887	9693236
2			S0104-FAU-HER-PAR-02	339008	9693150
3		Fauna redes	S0104-FAU-AVI-RED-01	339041	9693012
4			S0104-FAU-AVI-RED-02	0339061	9693008
5		Fauna cámara trampa	S0104-FAU-MAS-CAM-01	0338943	9693202
6			S0104-FAU-MAS-CAM-02	0339000	9693162
7			S0104-FAU-MAS-CAM-03	0338891	9693179
8			S0104-FAU-MAS-CAM-04	0339090	9693091
9		Fauna trampa	S0104-FAU-TRAM-01	0338929	9693168
10			S0104-FAU-TRAM-02	0338923	9693165
11			S0104-FAU-TRAM-03	0338916	9693196
12			S0104-FAU-TRAM-04	0338924	9693196
13			S0104-FAU-TRAM-05	0338937	9693198
14			S0104-FAU-TRAM-06	0338921	9693225
15			S0104-FAU-TRAM-07	0338922	9693223
16			S0104-FAU-TRAM-08	0338898	9693290
17			S0104-FAU-TRAM-09	0338906	9693305
18			S0104-FAU-TRAM-10	0338906	9693306

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.9.5.1.3. Durante

- *Seguimiento al grupo fauna:* Es indispensable realizar muestreos periódicos y permanentes que permitan evaluar los cambios en la composición y estructura de la fauna, así como posibles cambios en la dinámica poblacional e incluso en la etología de los individuos que se encuentren asociados a la actividad con el fin de realizar las medidas correctivas necesarias.

- *Reportes:* Se recomienda documentar toda la información levantada de fauna en bitácoras que sean revisadas por el personal experto de la supervisión con el fin de plantear estrategias y alternativas de mejora durante el desarrollo de la actividad. Así mismo, se siguiere realizar un convenio con alguna entidad especializada en el tema como universidades o centros de investigación que revisen y recomienden alternativas de manejo en caso de ser necesario.

El proceso de seguimiento al grupo fauna que se debe realizar después de finalizar las técnicas de remediación se encuentra en el numeral **5.12.2.7** en la fase de post ejecución de obra.

5.9.6. Mediciones y Controles en Seguridad e Higiene Ocupacional

El desarrollo de los trabajos deberá considerar las siguientes directrices:

- Se realizará de acuerdo a los requerimientos de la legislación vigente del Perú en materia de salud, seguridad en el trabajo y la preservación del ambiente.
- Realizar un reconocimiento de los espacios de los trabajadores, a fin de identificar y caracterizar los peligros, así como evaluar sus riesgos; para luego establecer las medidas necesarias para preservar la salud y seguridad del personal.

- Realizar control y tratamiento el cual se realizará de acuerdo a la evaluación y valoración, teniendo en cuenta la selección de las respectivas medidas de control del riesgo bajo.
- Articular acciones de monitoreo de seguimiento de los riesgos periódicos, ya sean de equipo de protección personal o de controles en ingeniería de los lugares de trabajo.

Como instrumentos de monitoreo de salud y seguridad en el trabajo se pueden emplear los siguientes:

5.9.6.1. *Monitoreo Ruido*

- Realizar medición y análisis de los niveles de ruido estandarizados en la Resolución Ministerial Nº 375-2008-TR, de acuerdo a las condiciones de trabajo y el tiempo de exposición de los trabajadores.
- Verificación y seguimiento de la utilización de elementos de protección auditiva por parte de los trabajadores.
- Contar con un plan de mantenimiento preventivo y correctivo de motores y equipos.
- Verificación de la adecuación de accesorios en caso de requerirse para el control o mitigación de ruido.
- La frecuencia de monitoreo de ruido se efectuará una sola vez en toda la ejecución de la actividad de remediación en las diferentes áreas, los controles se aplicarán de acuerdo a los resultados obtenidos posterior al monitoreo.

Tabla 5-65. Ubicación y Frecuencia del Monitoreo de Ruido

Área	Límite de Decibeles en 8 horas de trabajo	Frecuencia de Monitoreo
Zona de excavación de Suelo Contaminado	85 dB	Una sola vez
Zona de acopio de suelo Contaminado	85 dB	
Zona de tratamiento de suelo contaminado	85 dB	

Fuente: Extraído de la Resolución Ministerial Nº 375-2008-TR, 2019.

5.9.6.2. *Monitoreo y Medición de Ambientes térmicos*

- En una primera etapa, se realizará la identificación de ambientes donde se presenten temperaturas extremas o de estados no confortables dentro de los ambientes de trabajo, para realizar este proceso se debe tener en cuenta la temperatura del aire, de la humedad y la velocidad del aire.
- En la fase de análisis, se tendrá en cuenta las temperaturas indicadas en el monitoreo de estrés térmico, se debe medir con la concentración o intensidad máxima permisible por el índice de WBGT el cual formula el índice de trabajo al aire libre con carga solar, de acuerdo Resolución Ministerial Nº 375-2008-TR, considerando también la carga de trabajo y la jornada laboral del trabajador.
- Verificación de la fase de control y tratamiento de acuerdo a las áreas de trabajo que presenten intensidad máxima permisible, se realizará reducción de las actividades físicas, mediante limitaciones de ritmo o establecimiento de pausas, creación de microclimas en el puesto de trabajo (ambientes acondicionados), indumentaria de trabajo reflectante o aislante del calor, uso de ropa de trabajo fresca, ligera y permanente de hidratación con vigilancia médica.
- La frecuencia de la medición de los ambientes térmicos se efectuará en las dos épocas húmeda y seca) en todas las áreas donde se efectúen trabajos por parte de los trabajadores.

5.9.6.3. *Monitoreo Seguridad Vial*

- Verificación del adecuado manejo del tránsito vehicular y del flujo peatonal en construcción, en lugares de intersección con vías regionales o locales o en lugares de afluencia de personas.
- Seguimiento al control de accidentalidad vial y cambios en la salud pública durante las fases de la aplicación de la técnica.

- Verificación del cumplimiento de las normas establecidas por ley para el transporte de maquinaria y equipos y en el manejo de las rutas de desplazamiento de materiales y maquinaria a la zona a intervenir.
- Verificación del adecuado desempeño del personal de señalización (paleteros) y verificación de los procesos de capacitación previstos para estos trabajadores.
- Verificación de lo propuesto en el plan de transporte terrestre y los requisitos que se van emplear en los vehículos para el transporte de los residuos (Ver numeral **5.7.5.3.2**).

5.9.6.4. *Monitoreo Emisiones Atmosféricas*

- Seguimiento de las medidas para el control de dispersión de partículas.
- Mantenimiento de los vehículos y la maquinaria, sincronización de los motores.
- Humectación de vías para evitar las partículas de polvo levantadas por el paso de la maquinaria.
- En caso de identificar acciones que no se estén cumpliendo o siendo efectivas se tomarán las medidas del caso, y se realizará seguimiento a las medidas correctivas para garantizar su efectividad.
- En la bioceldas donde se encuentre los suelos a tratar se debe hacer mediciones de gases o atmosferas explosivas por medio de equipos especiales.
- Revisión de los insumos químicos que intervienen el proceso de la aplicación de la técnica.
- Manejo y almacenamiento adecuado de materiales e insumos y mantenimiento de talleres.
- Se realizará un seguimiento periódico y constante (semanal) a los vehículos de transporte pesado.

5.10. Plan de Muestreo de Comprobación o Verificación

El presente plan de muestreo de comprobación se desarrolló en base a la guía para la elaboración de los Planes de Descontaminación de Suelos (PDS) en el marco del D.S. N°011-2017-MINAM, el cual tiene como propósito demostrar que las acciones de remediación implementadas, alcanzaron de forma estadísticamente demostrable, concentraciones menores o iguales al nivel de remediación establecido en el ECA para suelo agrícola para la matriz suelo.

El presente plan de muestreo abarca el sitio S0104 (Botadero Km 2). Los subíndices de acceso al sitio, el marco normativo y los estándares nacionales aplicables, se encuentran descritos en el numeral **3.5.1.** del Plan de Rehabilitación.

5.10.1. Objetivos

5.10.1.1. *Objetivo General*

Definir las tareas necesarias para obtener muestras representativas del sitio impactados para comprobar que la alternativa de remediación cumplió el nivel de remediación específico establecido en el ECA para suelo agrícola para la matriz suelo, por medio de los procedimientos de muestreo de detalle en el cual se caracteriza, cuantifica y delimitan las zonas remediadas.

5.10.1.2. *Objetivos Específicos*

- Asegurar el muestreo de comprobación del Sitio S0104 (Botadero Km 2), para evidenciar que se cumplió con los niveles de remediación específicos, considerando el marco legal y normatividad nacional y/o internacional vigente, cumpliendo con los protocolos y guías que apliquen para cada caso en particular.
- Documentar el procedimiento para la toma de muestras de las matrices de sedimentos y suelo.
- Determinar el tipo de muestreo, estrategia de muestreo, tipo de muestras (simple y compuesta), número de muestras y profundidad de muestreo.

5.10.2. Alcance

Las actividades descritas en este plan de muestreo aplican para el sitio S0104 (Botadero Km 2), ubicado en la cuenca del río Pastaza. Los lineamientos definidos en este documento deberán ser aplicables para las actividades de tipo de muestreo, estrategia de muestreo, tipo de muestras (simple y compuesta), numero de muestras y profundidad de muestreo.

5.10.3. Muestreo de Comprobación para Suelos

El muestreo de comprobación se llevará a cabo en el sitio, luego de haber restaurado el sitio con el suelo tratado y repuesto del sitio S0104 (Botadero Km 2).

Considerando los parámetros criterio de la base del presente plan de rehabilitación, se propone los parámetros para análisis de las muestras de suelo que se presentan en la **Tabla 5-66**.

Tabla 5-66. Método de Análisis, Límites de Detección Empleados por Laboratorios y Niveles objetivo de Remediación

Parámetros	Método de Referencia	Límite de Detección	Niveles objetivo de remediación
Fracción de hidrocarburos F2(>C10-C28)	EPA METHOD 8015 C, Rev. 3 2007	0,9 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (1200 mg/kg)
Fracción de hidrocarburos F3(>C28-C40)	EPA METHOD 8015 C, Rev. 3 2007	0,9 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (3000 mg/kg)
Cadmio total	EPA 3050 B: 1996 / EPA 6010 B: 1996	0,5 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (1,4 mg/kg)
Plomo total	EPA 3050 B: 1996 / EPA 6010 B: 1996	2,0 mg/kg	ECA Suelo, uso de suelo agrícola (70 mg/kg)

(a) El límite de detección es referencial.

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.10.3.1. *Tipo de Muestreo*

El muestreo se efectuará mediante sondeo manual, con el uso del barreno.

5.10.3.2. *Número de Puntos de Muestreo de Comprobación*

Los puntos de muestreo de comprobación serán efectuados según indica la guía de muestreo de suelos (Ver **Figura 5-47**). Para ello se tomarán muestras perimetrales, así como en la zona central del sitio remediado; los puntos de muestreo de comprobación serán efectuados según lo indica la guía de muestreo de suelos, del D.S. No 002-2013-MINAM; de acuerdo al área a remediar se plantea efectuar el muestreo de comprobación en los puntos que se indican en la **Tabla 5-68.** Cabe mencionar que al aplicarse la técnica de Solidificación ex situ, no se tendrá en cuenta el punto de muestreo en la parte central.

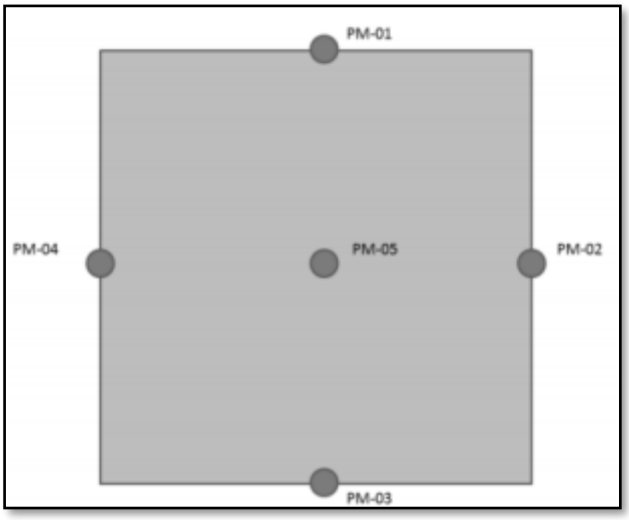


Figura 5-47. Localización de puntos de muestreo en el área de excavación regular: forma de cuadrado.
Fuente: (Ministerio del Ambiente, MINAM., 2015).

El muestreo dependerá de las acciones de remediación ejecutadas, por ende, los puntos de muestreo de comprobación, serán aquellos puntos que sobrepasan el nivel de remediación recomendado por principio precautorio como se muestra en la **Tabla 5-67**. Se presentan los puntos de muestreo de comprobación para el sitio S0104 (Botadero Km 2).

Tabla 5-67. Puntos de Muestreo de Comprobación de Acuerdo a los Parámetros Físico-Químicos Criterio

Sitios Impactados		Nombre	Profundidad	Contaminante	Niveles Objetivo de Remediación
Nombre	Código OEFA				ECA (mg/Kg)
Botadero Km 2	S0104	S0104-SCom-001	1,5	Plomo (Pb) Cadmio (Cd)	70 1,4
		S0104-SCom-002			
		S0104-SCom-003			
		S0104-SCom-004			
		S0104-SCom-005	1		
		S0104-SCom-006			
		S0104-SCom-007			
		S0104-SCom-008			
		S0104-SCom-009	1,5		
		S0104-SCom-010			
		S0104-SCom-011			
		S0104-SCom-012			
		S0104-SCom-013	0,3		
		S0104-SCom-014			
		S0104-SCom-015	0,4		
		S0104-SCom-016			
		S0104-SCom-017			
		S0104-SCom-018			
		S0104-SCom-019	1		
		S0104-SCom-020			
		S0104-SCom-021			
		S0104-SCom-022			

Sitios Impactados		Nombre	Profundidad	Contaminante	Niveles Objetivo de Remediación
Nombre	Código OEFA				ECA (mg/Kg)
		S0104-SCom-023	1		
		S0104-SCom-024			
		S0104-SCom-025			
		S0104-SCom-026			
		S0104-SCom-027			
		S0104-SCom-028	2	HC - F2 HC - F3 Plomo (Pb) Cadmio (Cd)	1200 3000 70 1,4
		S0104-SCom-029			
		S0104-SCom-030			
		S0104-SCom-031			
		S0104-SCom-032	2	HC - F2 HC – F3	1200 3000
		S0104-SCom-033			
		S0104-SCom-034			
		S0104-SCom-035			
		S0104-SCom-036			

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.10.3.3. *Localización de Muestreo de Comprobación para Suelos*

La ubicación de los puntos para el muestreo de comprobación en el sitio S0104 (Botadero Km 2). Se presenta en la **Tabla 5-68.**

Tabla 5-68. Puntos de Muestreo de Comprobación de Acuerdo a los Parámetros Físico-Químicos Criterio

Sitios Impactados		Nombre	Coordenadas	
Nombre	Código OEFA		Este	Norte
Botadero Km 2	S0104	S0104-SCom-001	339019	9693188
		S0104-SCom-002	339027	9693187
		S0104-SCom-003	339023	9693184
		S0104-SCom-004	339023	9693191
		S0104-SCom-005	339016	9693155
		S0104-SCom-006	339020	9693152
		S0104-SCom-007	339017	9693148
		S0104-SCom-008	339013	339013
		S0104-SCom-009	339017	9693079
		S0104-SCom-010	339021	9693083
		S0104-SCom-011	339024	9693079
		S0104-SCom-012	339021	9693075
		S0104-SCom-013	339082	9693148
		S0104-SCom-014	339080	9693149
		S0104-SCom-015	339081	9693152
		S0104-SCom-016	339087	9693148
		S0104-SCom-015	338873	9693190
		S0104-SCom-016	338867	338867
		S0104-SCom-017	338870	9693184
		S0104-SCom-018	338869	9693191
		S0104-SCom-019	338993	9693199
		S0104-SCom-020	339002	9693199
		S0104-SCom-021	338994	9693191
		S0104-SCom-022	339001	9693191
		S0104-SCom-023	339036	9693086

Sitios Impactados		Nombre	Coordenadas	
Nombre	Código OEFA		Este	Norte
		S0104-SCom-024	339047	9693086
		S0104-SCom-025	339046	9693073
		S0104-SCom-026	339036	9693066
		S0104-SCom-027	339042	9693079
		S0104-SCom-028	339050	9693163
		S0104-SCom-029	339049	9693155
		S0104-SCom-030	339040	9693156
		S0104-SCom-031	339040	9693162
		S0104-SCom-032	339067	9693148
		S0104-SCom-033	339055	9693147
		S0104-SCom-034	339067	9693137
		S0104-SCom-035	339054	9693137
		S0104-SCom-036	339060	9693143

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

5.10.3.4. *Procedimiento, Medida y Custodia de Toma de Muestra de Comprobación para Suelo*

En el **Anexo No 6.5.1**, se presentan los procedimientos para el aseguramiento de la calidad de las muestras y la respectiva custodia.

5.10.3.5. *Porcentaje de Remoción de los Contaminantes de Preocupación*

Con el propósito de evaluar el porcentaje de remoción de los contaminantes que sobrepasaron los límites permisibles en el sitio impactado S0104 (Botadero Km 2), será necesario utilizar la ecuación del porcentaje de inmovilización, como se presenta a continuación (Consorcio Ecodes-Varichem CEV, 2019):

$$\%\,EI = \frac{C_i\left(\frac{mg}{kg}\right) - C_f\left(\frac{mg}{kg}\right)}{C_i\left(\frac{mg}{kg}\right)}$$

Donde:

%EI: Eficiencia en la inmovilización de contaminantes en el suelo.
Ci: Concentración inicial de los contaminantes en el suelo.
Cf: Concentración final de los contaminantes en el suelo.

5.11. Cronograma y Presupuestos de las actividades de remediación y rehabilitación ambiental, incluyendo las especificaciones técnicas, costos y actividades de ejecución de obra.

En el **Anexo No 6.11.10.** se presenta el cronograma de las actividades de las técnicas de remediación de Bioestimulación Enzimática y Solidificación (*Ex situ on site),* en el cual se encuentran los siguientes anexos:

1. Cronograma del Plan de Rehabilitación, donde se encuentran los tiempos de duración de cada una de las fases.
2. Modelo Análisis Financiero, donde se encuentran cada uno de los costos estimados para la aplicación de la técnica.
3. Costos Técnicas Seleccionadas, donde se encuentra descrito el Análisis de Costo/Efectividad de las técnicas evaluadas.

5.12. Plan de Monitoreo Post Ejecución de Obra

Dicho plan tiene como objetivo principal probar la sostenibilidad con respecto a la eficacia de la o las acciones de remediación que serán implementadas. Dicho plan debe contener lineamientos técnicos, ambientales y sociales para la verificación correspondiente.

De forma general el plan de monitoreo post ejecución de obra debería estar enfocado en tres pilares principalmente.

De forma general el plan de monitoreo post ejecución de obra debería estar enfocado en tres pilares:

- El primero corresponde a la evidencia de la disminución de los contaminantes de preocupación en las matrices afectadas en el tiempo.
- El segundo corresponde a un proceso de regeneración asistida y/o proceso de restauración ecológica en las zonas afectadas, por el impacto actual y el que se realizaría durante las acciones de remediación.
- El tercero corresponde a un monitoreo del componente fauna para recolectar evidencias de la recuperación de las zonas con la presencia y/o abundancia de especies de acuerdo a los monitores de fauna propuestos antes y durante las actividades de remediación (ver numeral **5.9.5.1**) Es importante considerar que la implementación de las acciones de remediación si bien no están orientadas a restablecer las condiciones originales del Sitio S0104 (Botadero Km 2), esto porque los impactos llevan un tiempo extenso y la actividad petrolera en el sitio va a continuar ejecutándose, si debe estar al final dirigida a restablecer la función productiva o algunos servicios ecológicos que se perdieron.

A continuación, se presentan de forma general los lineamientos que se deben considerar para los procesos mencionados.

5.12.1. Plan de Monitoreo de Suelo

Corresponde a la evidencia de la disminución de los contaminantes de preocupación en las matrices afectadas en el tiempo, el cual se tomará al año, cuando se haya cumplido su ciclo hidrológico (época húmeda, época seca (menos húmeda)), los puntos de muestreo corresponden a los puntos plasmados en el plan de muestreo de comprobación y verificación (Ver numeral **5.10**).

5.12.2. Proceso de Monitoreo de Restauración Ecológica

Son diversos los factores que se deben considerar para que dicho proceso cumpla con el objetivo planteado, entre los cuales se encuentra el estado del ecosistema después de la ejecución de las alternativas, el estado del suelo en ese momento, el control de las fuentes de contaminación, la presencia de los factores tensionantes del medio, la disponibilidad de la biomasa necesaria para el proceso, las trayectorias sucesionales de la vegetación, la interrelación con la fauna del Sitio para dicho proceso, los costos para el financiamiento del proceso y la participación de las comunidades nativas.

5.12.2.1. *Definición del Ecosistema de Referencia*

Es importante que se tenga la mayor información histórica de las especies existentes antes de los impactos en el sitio con el apoyo de información científica referencial o de imágenes antiguas que den evidencia. También es importante considerar e identificar aquellas zonas que queden con relictos o parches de la vegetación original y la identificación de especies en ecosistemas similares e intactos, lo cual se puede evidenciar también con trabajos directos en campo en aquellas zonas que no están intervenidas, de acuerdo a lo establecido en la restauración ecológica del numeral **5.7.9.**

5.12.2.2. *Evaluación del Estado Actual del Ecosistema*

El sitio impactado tendrá dos momentos referenciales para la evaluación de su estado, que corresponden a cómo se encontraba el ecosistema al momento de la caracterización y como se encontrará el ecosistema una vez se hallan implementado y finalizado las acciones de remediación y es partir de estas dos evaluaciones que se deben que se deben plantear los objetivos del proceso de restauración ecológica. De forma general para dicha evaluación se debe considerar:

- Los Factores del Sitio o Ecosistema

- Vegetación: Presencia de especies al igual que las presentes en el ecosistema de referencia, que dominan sobre especies invasivas. Por medio de fotos aéreas/imágenes satélites/drones, la cobertura de bosque/herbáceas/gramíneas, conectividad a escala de paisaje.
- Fuentes de regeneración: Presencia de lluvia de semillas, escasos bancos de semillas viables y de plántulas.
- Suelo: Presencia de nivel de degradación y estado de fertilidad del suelo antes de intervenir, de acuerdo a los parámetros de materia orgánica, pH, nutrientes del suelo y de los contaminantes de preocupación.
- Agua: Para los parámetros de pH, temperatura, salinidad, conductividad, oxígeno disuelto, sólidos disueltos, turbidez.
- Microclima: Para los parámetros de temperatura y humedad relativa

- Factores del Paisaje:

- Ecosistema de referencia: Permanecen cercanas como fuente de semillas y con posibilidad de conectividad con las áreas de interés para la iniciativa.
- Fauna Silvestre: Diversa en áreas cercanas a la iniciativa; leve reducción en la población de dispersores de semillas. Por medio de muestreo de fauna polinizadora (aves, mamíferos terrestres y murciélagos).
- Riesgo de fuego: Determinar si existe el riesgo de incendios.
- Las condiciones del paisaje: Ubicación de parches del ecosistema original y el uso actual de la tierra.
- Las condiciones bióticas: Evaluar los tipos de comunidades en composición y la dinámica de la vegetación.

Se debe tener en cuenta la identificación de ecosistemas de referencia, el cual se debe caracterizar a la composición, estructura, funcionalidad y servicios de ecosistemas, por medio de un mapeo e identificación de áreas, ecosistemas o paisajes degradados.

5.12.2.3. *Definición de las Escalas y los Niveles de Organización*

Tiene gran representatividad definir el alcance del proceso de restauración si es a nivel de especies o comunidades o a nivel de paisaje y ecosistema. De acuerdo con lo que se pretende, se buscaría una escala a nivel regional o ecosistémico en donde la función principal del proceso de restauración sería la recuperación de algunas funciones del ecosistema, su estructura y composición.

5.12.2.4. *Establecimiento de las Jerarquías de Disturbios*

En primer lugar, se deberán identificar los disturbios de tipo antrópico y natural del sitio impactado y de las zonas donde se ejecutará la rehabilitación; al momento estas corresponden al desarrollo de la actividad petrolera cerca del sitio impactado y quizás inundaciones, sin embargo, esta condición podría cambiar unos años después de terminadas las acciones de rehabilitación, por lo que debería verificarse. Para cada disturbio se debe identificar su dimensión espacial, temporal y magnitud

5.12.2.5. *Consolidación de Participación Comunitaria*

La pérdida de los servicios ambientales de los ecosistemas es también una preocupación de las comunidades nativas y por lo tanto hay que tener en cuenta tanto el manejo regional como las necesidades de las comunidades locales. De ahí la importancia de que las comunidades participen activamente en el proceso desde su formulación y durante la ejecución, lo cual puede garantizar su continuidad y la consolidación del proceso de restauración en el tiempo. El conocimiento que pueden tener los pobladores locales puede resultar muy importante para el éxito del proceso de regeneración además porque estos procesos son a largo plazo, razón por la cual se requiere la participación activa de las comunidades. Una de las actividades propuestas es la implementación de un vivero lo que representa a la comunidad un aprendizaje en el establecimiento y manejo del mismo, selección de especies útiles para el proceso de restauración y actividades propias de la restauración. Para lograr dicha consolidación se puede hacer uso de herramientas metodológicas tales como cartografía social, recorridos territoriales, conversatorios y talleres en donde las comunidades nativas aprendan haciendo.

5.12.2.6. *Establecimiento de los Tensionantes a Diferentes Escalas*

Se deben identificar los tensionantes de tipo ecológico y lo de tipo socioeconómico. Los primeros comúnmente corresponden a ausencia de polinizadores, ausencia de propágulos, ausencia de animales dispersores, corta longevidad de semillas, ausencia de plantas facilitadoras, predación de semillas y presencia de especies invasoras o colonizadoras agresivas. Con respecto a los de tipo socioeconómico están asociados a factores económicos, políticos y sociales que pueden limitar el proceso de regeneración propuesto.

5.12.2.7. *Monitoreo del Proceso de Restauración*

La etapa de monitoreo en el proceso de restauración se basa en el seguimiento y evaluación de los cambios que va teniendo el ecosistema. El diseño del programa de monitoreo se debe realizar cuando se planteen los objetivos del proceso de restauración (De ahí la importancia en el establecimiento de los objetivos), con esto el monitoreo acompañará todo el proceso de restauración y puede dejar evidencia de los cambios identificados para saber si están siendo satisfactorios o hay que revaluar ciertas acciones. Los aspectos importantes para el monitoreo del proceso de restauración son:

- Objetivos del programa de monitoreo
- Establecer escalas espaciales y temporales
- Parámetros a Monitorear e identificar indicadores ecológicos para evaluar el desempeño
- Definición de metodología adecuada para el monitoreo de los diferentes indicadores ecológicos

Los indicadores de éxito en el proceso de restauración, que cita la normatividad de R.D.E. No 083-2018-MINAGRI-SERFOR, se evalúan de acuerdo a la etapa de proceso de restauración, en los cuales se hacen necesario realizar diferentes variables de medición que permitan la confirmación de las acciones de restauración implementadas.

Los indicadores de evaluación y monitoreo de procesos de restauración pueden ser divididos en tres (3) fases:

- **Fase de instalación (1 a 12 meses):** Evalúa el desempeño de la regeneración natural o de las plantaciones instaladas (viveros), donde se sugiere un total de dos (2) a tres (3) evaluaciones.
- **Fase de Post-Instalación (2-4 años):** Esta evaluación se sugiere realizar un total de dos (2) a tres (3) evaluaciones (mínimo se realice una por año).
- **Fase del establecimiento de la restauración (4-5 años a más):** En esta fase se debe priorizar el uso de indicadores que posibiliten medir el éxito de la restauración de un área determinada, donde la periodicidad de la evaluación podrá ser interanual o incluso cada (3) tres años, dependiendo las necesidades y los recursos de la iniciativa.

A continuación, se presentan algunos indicadores biofísicos que se podrán tener como referencia para el monitoreo del proceso de restauración. (Ver **Tabla 5-69**).

Tabla 5-69. Sugerencia de algunos Indicadores Biofísicos para el Monitoreo

Fases	Protección del suelo y fertilidad	Estructura de la Vegetación	Autenticidad Biológica
Fase de instalación (1 a 12 meses)	Nivel De degradación y estado de fertilidad del suelo antes de la intervención	Identificación taxonómica, sobrevivencia, altura, diámetro de la planta sembradas. Presencia de especies invasoras.	Aumento en la cobertura, biomasa o abundancia de plantas nativas o reducción de la cobertura, abundancia o biomasa de plantas exóticas.
Fase de Post-Instalación (2 a 4 años).	Aumento en la materia orgánica y hojarasca, carbono orgánico, actividad biológica, retención de humedad en el suelo.	Sobrevivencia de plantas sembradas. Cambios en la distribución diamétrica y de alturas de la vegetación, área basal, cobertura de dosel, densidad de estratos foliares, densidad de tallos y volumen total de vegetación. Disminución de la biomasa de especies invasoras.	Cambio en el número de especies nativas que se establecen a partir de la regeneración natural. Reclutamiento de plantas con grandes semillas.
Fase del Establecimiento de la Restauración (4-5 años a más).	Porcentaje de recuperación de propiedades físicas, químicas y biológicas en comparación al ecosistema de referencia. .	Cambios en la distribución diamétrica y de alturas de la vegetación, área basal, densidad de estratos foliares, densidad de tallos y volumen total de vegetación. Aspectos fisionómicos de la vegetación restaurada, por medio de un levantamiento florístico incluyendo especies plantadas, no plantadas y otras formas de vida vegetal	Reemplazo de especies pioneras y secundarias por especies tolerantes a la sombra. Aumento en el número de especies de plantas epífitas y lianas. Evaluación de fauna, por medio de presencia de polinizadores, dispensadores de semillas, diversidad de especies de diferentes niveles tróficos

Fuente: Lineamientos para la restauración de ecosistemas de vegetación silvestre, R.D.E. Nº 083-2018-MINAGRI-SERFOR-DE, 2018.

De forma general plan de monitoreo en el momento en el que se formule debe contener cómo mínimo los siguientes ítems[75]:

- Localización y descripción de las áreas de trabajo
- Antecedentes y descripción del área intervenida
- Objetivos de la restauración
- Metas del proyecto de restauración
- Metodología a implementar
- Cronograma
- Costos y Rubros
- Resultados
- Análisis de Resultados
- Conclusiones y Recomendaciones

[75] Vale la pena aclarar que lo presentado en este documento corresponde a lineamientos generales que se deben consideran sin embargo en base en la alternativa de remediación seleccionada se debe detallar a futuro el plan de monitoreo post ejecución.

5.12.3. Monitoreo del Proceso de Recuperación desde el Componente Fauna

De acuerdo al monitoreo estipulado en el numeral **5.9.5,** se realizará un monitoreo después considerando los siguientes aspectos:

- *Muestreos de fauna:* Una vez sean finalizadas las actividades y se concluya con las medidas de abandono de las áreas intervenidas se recomienda realizar un muestreo de acuerdo al numeral **5.12.2** con el fin de tener la información suficiente para registrar los cambios en la composición y estructura de dichas especies en el lugar.

- *Análisis de resultados y publicación:* Es fundamental que los resultados de este ejercicio de rehabilitación sean publicados y dados a conocer en revistas científicas indexadas ya que será un ejercicio que sirva de ejemplo y podrá ser usado como referente para futuros estudios, por lo cual se recomienda que se haga un plan de trabajo, un análisis y propuesta presupuestal y una contratación de personal idóneo para que esto pueda llevarse a cabo.

- Supuestos que deben ser considerados:

  - Se parte de la presunción de que las zonas que serán utilizadas son cercanas a zonas pobladas o previamente intervenidas por las actividades hidrocarburiferas, por lo cual se sugiere enfocarse en el seguimiento de especies reconocidas en el sitio impactado, las cuales se pueden identificar en el numeral **3.6.6.3**.

  - El proceso de remediación del componente fauna será efectivo siempre y cuando se realice una sensibilización social a las comunidades acerca de la importancia de la conservación de individuos y procesos de caza sostenibles en el tiempo (temporadas de veda, tallas mínimas de casería, abstención de caza de animales que estén en proceso de cría y/o gestación, entre otros).

Es importante tener en cuenta que la rehabilitación depende en gran medida de lo que las comunidades nativas y pobladores del área entiendan como rehabilitación y, debe tenerse en cuenta el uso que ellos quieran darle a dichas áreas, por lo anterior, y basándose en la experiencia tenida en el presente estudio, se propone plantear una estrategia de seguimiento a la fauna que involucre a personal de la comunidad que eventualmente puede seguir alimentando la información de las especies en términos descriptivos y de identificación de algunas especies clave bajo la supervisión permanente de un equipo especializado. Lo anterior, incluiría actividades de capacitación de personal, entrenamiento y prácticas de campo que serían transversales a todas las etapas del proyecto.

5.12.4. Medidas de Abandono

Deberá contener las medidas de desmovilización, restauración y rehabilitación de las áreas intervenidas, una vez finalizadas las diferentes etapas del Plan de Rehabilitación, las cuales permitirán minimizar los posibles impactos al ambiente por efecto de la implementación de las acciones de remediación.

La desmovilización se refiere a las acciones a aplicar con relación al cese de las operaciones, como son las actividades de desmontaje y retiro de equipos, demolición de estructuras de operación (si se llegan a requerir), entre otros retiros de materiales.

5.12.4.1. *Objetivos*

- Proporcionar los lineamientos para el abandono de las áreas ocupadas durante la ejecución del Plan de Rehabilitación, lo cual involucra el desmontaje y retiro de equipos, y estructuras de las diferentes instalaciones habilitadas.

- Formular los lineamientos de prevención, control y mitigación ambiental para el desarrollo de las actividades de abandono.

5.12.4.2. *Alcance*

Los lineamientos establecidos en el Plan deberán aplicar en la etapa de abandono del Plan de Rehabilitación.

5.12.4.3. *Desarrollo del Plan*

Conforme se completa la fase de registro, se debe retirar todos los desperdicios y materiales del área de trabajo.

- Todas las estructuras habilitadas serán desmanteladas; el material vegetal utilizado (madera) será recortado en trozos pequeños y dispuestos de acuerdo a s uso y el interés de los diferentes actores.
- Las pozas sépticas (letrinas) en caso de ser construidas deberán ser tratadas con hipoclorito de calcio, y se rellenarán con tierra del lugar hasta nivelar el terreno con el relieve del área.
- El terreno deberá ser descompactado con picos y barretas en todas las áreas.
- Verificar que las los puntos usados para captación de agua no se encuentren obstruidas por elementos que puedan afectar su cauce.
- Recorrer toda la extensión del campamento y proceder al recojo de todos los residuos encontrados los cuales deben ser manejados de acuerdo a lo estipulado en el Plan de Manejo de Residuos Sólidos.
- En caso de verificar la presencia de suelo contaminado en las áreas de almacenamiento de combustibles, este será retirado para su adecuada disposición de acuerdo a lo estipulado en el Plan de Manejo de Residuos Sólidos.

- Realizar una inspección ocular de las áreas desbrozadas, así como del bosque aledaño, para verificar el estado general en que se están abandonando el campamento: la recuperación de la vegetación, compactación del suelo, etc.

- Realizar trabajos de revegetación, con especies de la zona de acuerdo al análisis previo de los especialistas correspondientes. La recuperación de la cobertura vegetal se llevará a cabo a través de los lineamientos establecidos para el proceso de restauración.

Mientras el proyecto se encuentre en la etapa de abandono se deben considerar actividades de señalización respectiva, desmonte de maquinaria e infraestructura de soporte, demolición de estructuras en concreto (si aplica), reconformación paisajística.

Para la verificación de dichas actividades se puede hacer uso de herramientas tales como listas de chequeo y verificación de las actividades de las medidas de abandono las cuales deberán considerar la actividad o aspecto a revisar, el estado, el % de avance, observaciones y los compromisos correspondientes. Sobre dichas verificaciones se debe establecer un índice de cumplimiento de las actividades de abandono.

Finalmente, y como última medida dentro de las medidas de abandono también se debe considerar una estrategia comunicacional para las comunidades nativas interesadas, así como durante en el desarrollo del proyecto el aspecto social es parte fundamental en la etapa de abandono no debe dejar de serlo y debe considerarse la mejor estrategia para comunicar el avance en la fase de abandono del proyecto. Es importante la participación de todos los actores interesados, especialmente las comunidades nativas junto con sus autoridades o representantes.

5.13. Matriz de Beneficios de los Impactos Sociales

Es claro que la implementación de las alternativas remediación de Solidificación (*Ex situ-on site*) y Bioestimulación enzimática en el sitio impactado Sitio S0104 (Botadero Km 2), generarán impactos sobre el medio y la comunidad nativa[76], dichos impactos pueden ser positivos o negativos; con respecto a los impactos negativos será la empresa ejecutora de las actividades quien debe asegurar la implementación de las medidas requeridas para el control adecuado de los mismos, dicha medidas debe reflejarse en el Plan de Manejo Ambiental del proyecto a futuro; sin embargo la ejecución de las acciones de remediación desde su objetivo y naturaleza representan varios beneficios para la comunidad nativa, los cuales estarán dados en las diferentes fases de la ejecución del proyecto.

Los beneficios sociales deben entenderse como aquellos que permiten a la población relacionada con el proyecto de forma directa o indirecta incrementar su nivel de bienestar, producto de la implementación del proyecto. De acuerdo con lo anterior, se presenta una matriz cualitativa de los beneficios sociales que generaría la ejecución de las alternativas de remediación en el sitio impactado

[76] Es recomendable que previo al inicio del proyecto se elabores el respectivo estudio de impacto ambiental relacionado con las alternativas de remediación que sean seleccionadas por las autoridades competentes y las comunidades.

Tabla 5-70 Matriz de Beneficios Sociales de Nuevo Porvenir

Beneficios sociales por la implementación de las alternativas de remediación	Fase del plan de rehabilitación	Carácter Positivo	Tipo		Magnitud			Importancia			Efecto		Plazo de Manifestación		
			Directo	Indirecto	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja	Temporal	Permanente	Corto	Mediano	Largo
Aumento en el ingreso económico de pobladores locales por la comercialización de productos durante el tiempo de ejecución del plan de Rehabilitación.	Todas las fases	Si	x			x		x			x		x		
Crecimiento formación por medio de capacitaciones del personal contratante de la CC.NN. Nuevo Porvenir	Fase 1	Si	x		x			x			x		x		
Mejoramiento de competencias técnicas de los monitores ambientales de la CC.NN. Nuevo Porvenir	Fase 1	Si	x			x			x			x		x	
Contratación de mano de obra local de la CC.NN. De Nuevo Porvenir para la adecuación y mantenimiento de las vías de acceso al sitio y del embarcadero.	Todas las fases	Si	x			x			x		x		x		
Gestión con la operadora del lote para control de fuentes de contaminación.	Fase 3	Si		x		x			x		x			x	
Contratación de mano de obra locas de la CC.NN. Nuevo Porvenir para la adecuación del terreno.	Fase 3	Si	x		x				x		x		x		
Disponibilidad de recurso maderable para aprovechamiento de la CC.NN. de Nuevo Porvenir.[1] Se debe tener en cuenta el Artículo 55 del D.S. N° 039-2014-EM. D.S. Nº 021-2015-MINAGRI	Fase 3	Si	x			x		x			x			x	
Contratación de mano de obra local CC.NN. de Nuevo Porvenir para la instalación de campamentos	Fase 4	Si	x			x			x		x		x		
Contratación de mano de obra local CC.NN. de Nuevo Porvenir para la excavación, transporte y descarga del Suelo Contaminando a la zona de tratamiento.	Fase 5	Si	x			x			x		x		x		
Contratación de mano de obra local CC.NN. de Nuevo Porvenir para la implementación de las técnicas.	Fase 6 y 7	Si	x				x		x		x			x	

000554

Beneficios sociales por la implementación de las alternativas de remediación	Fase del plan de rehabilitación	Carácter Positivo	Tipo		Magnitud			Importancia			Efecto		Plazo de Manifestación		
			Directo	Indirecto	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja	Temporal	Permanente	Corto	Mediano	Largo
Contratación de mano de obra local CC.NN. de Nuevo Porvenir Para el desmantelamiento y adecuación del sitio.	Fase 8	Si	x			x			x		x		x		
Reducción del nivel de riesgo por exposición de las comunidades a contaminantes de preocupación.	Fase 8	Si	x		x			x				x			x
Mejoramiento en la calidad del suelo (Nutrientes) para chacras.	Fase 8	Si	x			x		x				x			x
Restauración paisajística.	Fase 8	Si	x		x			x				x			x
Recuperación de zonas cercanas al sitio impactado para mejorar actividades caza y pesca.	Fase 8	Si		x	x			x				x			x

[1]El uso del recurso maderable será gestionado y autorizado por el Apu de la comunidad

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

000555

5.14. Base de Datos Sistematizada de las Atenciones Dadas por Consulta en el Proceso de Elaboración a las Poblaciones Locales.

Durante la fase de estudio y visita de campo a las cuatro (4) comunidades nativas ubicadas en la cuenca del Río Pastaza, se desarrollaron talleres y reuniones informativas, que permitieron la participación directa de la población, a través de preguntas y/o consultas, respecto al proyecto de Elaboración de los Planes de Rehabilitación de sitios Impactados". Esta información fue recabada, procesada y sistematizada en dos (2) documentos; estos son la Base de Datos Sistematizada de las Atenciones dadas por Consulta durante el proceso de elaboración a las comunidades locales y la respectiva transcripción detallada de atención de estas consultas. Ambos documentos organizan la información de manera fácil y amigable, aspecto que permitió realizar un análisis pertinente sobre la percepción real de las comunidades respecto al proyecto.

La Base de Datos Sistematizada además de facilitar el acceso a esta información, también nos permite realizar un seguimiento y monitoreo adecuado de los temas o aspectos que deben ser atendidos según prioridad o importancia, así como la identificación de los temas más recurrentes o los actores sociales más interesados o involucrados en la problemática.

Es preciso resaltar que la información que contiene la Base de Datos Sistematizada, es una información analizada y procesada (interpretada), por lo tanto, usted encontrará un resumen o extracto de la intervención del poblador en los talleres o reuniones informativas.

Por su parte, el documento de trascripción detallado de atención a las consultas, permite acceder a detalle a las mismas planteadas por la población en los talleres o reuniones informativas, es decir; conocer las consultas o preguntas completas tal cual se formuló al representante del Consorcio CEV o del FONAM.

En el **Anexo 6.13**, se podrá verificar en resumen o a detalle las consultas dadas en los talleres o reuniones informativas, así como las respuestas correspondientes a cada una de estas preguntas.

Tabla 5-71. Base de Datos Sistematizada de Consultas de la Comunidad Nuevo Porvenir.

Base de Datos Sistematizada de las Atenciones Dadas por Consultas en los Procesos de Elaboración a las Poblaciones Locales de Rehabilitación									
Locación:	**Comunidad Nativa Nuevo Porvenir**								
Fecha:	**20/08/2018**								
TEMA EMERGENTE	**INSTITUCIÓN, ORGANIZACIÓN, COMUNIDAD**	**REPRESENTANTE**	**INTERVENCIÓN**	**TIPO DE INTERVENCIÓN**	**RESPUESTA**	**RESPONSABLE DE RESPUESTA (Entidad y representante)**	**ESTADO DEL TEMA O ASUNTO (Pendiente, en proceso, cerrado)**	**OBSERVACIONES**	**FUENTE DE VERIFICACIÓN**
CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	CC.NN. Nuevo Porvenir	Comunero-Varón (No se identifica)	¿Por qué no realizan la toma de muestras a las parcelas de las chacras, a las hojas de los plátanos, de las yucas, de las papayas? Lastimosamente solo vemos los intereses de la empresa y no de los agricultores. Yo le invitaría a una de las parcelas para que vean que las hojas de los plátanos se están secando, cuando aún ni se produce (cosecha-recolecta), eso nos preocupa a nosotros señor. Ahora dicen que en el kilómetro dos (02) no hay contaminación.	Pregunta - Oral	Recuerden esto que es importante; ya se identificó en unos puntos del suelo, plomo, cadmio y arsénico, Es decir; si hay contaminación en un área específica. vamos a terminar de muestrear los demás puntos, para tener una visión completa. Ahora, si allí hay cultivos de plátanos u otros productos, en cercanías al Botadero kilometro dos (02), tomaremos la muestra. El kilometro dos (02), es el área que nos corresponde delimitar y es el área que nos han delegado para	Ing. Jefferson Becerra. CEV CONSORCIO.	Atendido (Cerrado)	Al parecer la pregunta se orienta a incluir como área de estudio las parcelas agrícolas, se debe tener mucho tino y cuidado para dar respuesta a este tipo de peticiones o reclamos.	20/08/2018 Minuto: 01.00 Vídeo – Parte 2 CC.NN. Nvo Porvenir Taller

000557

Base de Datos Sistematizada de las Atenciones Dadas por Consultas en los Procesos de Elaboración a las Poblaciones Locales de Rehabilitación									
Locación:	**Comunidad Nativa Nuevo Porvenir**								
Fecha:	**20/08/2018**								
TEMA EMERGENTE	**INSTITUCIÓN, ORGANIZACIÓN, COMUNIDAD**	**REPRESENTANTE**	**INTERVENCIÓN**	**TIPO DE INTERVENCIÓN**	**RESPUESTA**	**RESPONSABLE DE RESPUESTA (Entidad y representante)**	**ESTADO DEL TEMA O ASUNTO (Pendiente, en proceso, cerrado)**	**OBSERVACIONES**	**FUENTE DE VERIFICACIÓN**
					hacer un plan de rehabilitación. Si en esta área hay hojas de plátanos u otro tipo de especies, por supuesto que se tomaran para verificar toda la cadena de contaminación.				
DELIMITACIÓN TERRITORIAL	CC.NN. Nuevo Porvenir	Comunero-Varón (No se identifica)	Después del Botadero km 2, hay otro Sitio impactado, tengo entendido que la CC.NN. Nuevo Andoas reclama ese lugar como parte de su jurisdicción, ya se les entregó a ustedes el título de nuestra propiedad. Espero que tengan en consideración no solo el Botadero kilómetro dos (02), sino el otro punto que se encuentra	Sugerencia - Oral	Antes en el Porvenir informábamos solamente sobre un Sitio, que es el Botadero kilómetro dos (02), pero ahora estamos incluyendo también el CS32, que se ubica en un área que ustedes nos han mostrado y que la vez pasada también pudimos trabajar conjuntamente.	Ing. Yuri Molina. FONAM – MINAM.	Atendido (Cerrado)	Se definió que este Sitio será considerado tanto para la comunidad de Nuevo Andoas como para Nuevo Porvenir	20/08/2018 Minuto: 09.45 Vídeo – Parte 2 CC.NN. Nvo Porvenir Taller

000558

Base de Datos Sistematizada de las Atenciones Dadas por Consultas en los Procesos de Elaboración a las Poblaciones Locales de Rehabilitación									
Locación:	**Comunidad Nativa Nuevo Porvenir**								
Fecha:	**20/08/2018**								
TEMA EMERGENTE	**INSTITUCIÓN, ORGANIZACIÓN, COMUNIDAD**	**REPRESENTANTE**	**INTERVENCIÓN**	**TIPO DE INTERVENCIÓN**	**RESPUESTA**	**RESPONSABLE DE RESPUESTA (Entidad y representante)**	**ESTADO DEL TEMA O ASUNTO (Pendiente, en proceso, cerrado)**	**OBSERVACIONES**	**FUENTE DE VERIFICACIÓN**
			dentro de nuestras propiedades (Sitio CS 32).						
SITIOS IMPACTADOS	CC.NN. Nuevo Porvenir	Comunero-Varón (No se identifica)	Por el Botadero kilómetro dos (02), al otro lado de la carretera, hay un pozo; es como un Botadero ¿no sé si también están considerando ese lugar?	Pregunta - Oral	En este primer paquete, en lo que refiere a la cuenca del Pastaza, se ha considerado siete (07) Sitios. De esos siete Sitios, dos (02) Sitios se encuentran en Nuevo Porvenir. La vez pasada, junto a los monitores visitamos un Sitio denominado Limoncocha, llegamos en Peque, hicimos un recorrido en camioneta cerca al aeropuerto porque por allí se origina. Ya hemos pedido a OEFA que incluya este Sitio para un segundo paquete.	Ing. Yuri Molina. FONAM – MINAM.	Atendido (Cerrado)	Los pobladores quieren incrementar áreas o zonas dentro de los paquetes de Sitios Impactados.	20/08/2018 Minuto: 10:47 Vídeo – Parte 2 CC.NN. Nvo Porvenir Taller

000559

Base de Datos Sistematizada de las Atenciones Dadas por Consultas en los Procesos de Elaboración a las Poblaciones Locales de Rehabilitación									
Locación:	**Comunidad Nativa Nuevo Porvenir**								
Fecha:	**20/08/2018**								
TEMA EMERGENTE	**INSTITUCIÓN, ORGANIZACIÓN, COMUNIDAD**	**REPRESENTANTE**	**INTERVENCIÓN**	**TIPO DE INTERVENCIÓN**	**RESPUESTA**	**RESPONSABLE DE RESPUESTA (Entidad y representante)**	**ESTADO DEL TEMA O ASUNTO (Pendiente, en proceso, cerrado)**	**OBSERVACIONES**	**FUENTE DE VERIFICACIÓN**
CONTAMINACIÓN AMBIENTAL	CC.NN. Nuevo Porvenir	Comunero-Varón (No se identifica)	Ingeniero una pregunta. Usted dice que el agua no tiene contaminación, pero aquí se ha hecho un análisis de sangre de la población encontrándose Plomo, ¿de dónde viene eso?	Pregunta - Oral	Se asume que el cuerpo de agua se incrementa en temporada de lluvia, en ese escenario es muy difícil que los metales permanezcan o queden. En esta oportunidad se va tomar muestras en época seca, o sea vamos a tomar muestra del sedimento ¿Qué es el sedimento?, es el barro o suelo que queda en el fondo de los cuerpos de agua, donde hay probabilidades que se impregne el contaminante que usted menciona.	Biólogo. Luis Reaño. TEMA-LITOCLEAN	Atendido (Cerrado)	Ninguno	20/08/2018 Minuto: 23:30 Vídeo – Parte 2 CC.NN. Nvo Porvenir Taller
SOCIALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN	CC.NN. Nuevo Porvenir	Comunero-Varón No se identifica	¿Quisiera saber si ya están entregando información a todos los	Pregunta - Oral	Aquí tenemos información que va a permitir que los monitores puedan hacer el acompañamiento	Ing. Yuri Molina. FONAM – MINAM.	Pendiente	La información se entregó a los directivos de la comunidad Nativa Nuevo Porvenir	20/08/2018 Minuto: 28:10 Vídeo – Parte 2 CC.NN. Nvo Porvenir Taller

Base de Datos Sistematizada de las Atenciones Dadas por Consultas en los Procesos de Elaboración a las Poblaciones Locales de Rehabilitación									
Locación:	**Comunidad Nativa Nuevo Porvenir**								
Fecha:	**20/08/2018**								
TEMA EMERGENTE	**INSTITUCIÓN, ORGANIZACIÓN, COMUNIDAD**	**REPRESENTANTE**	**INTERVENCIÓN**	**TIPO DE INTERVENCIÓN**	**RESPUESTA**	**RESPONSABLE DE RESPUESTA (Entidad y representante)**	**ESTADO DEL TEMA O ASUNTO (Pendiente, en proceso, cerrado)**	**OBSERVACIONES**	**FUENTE DE VERIFICACIÓN**
			asesores de la federación?		y seguimiento adecuado a los trabajos y actividades que se van a realizar Están indicados la ubicación de los puntos, la cantidad de puntos que se van a tomar para que ustedes también puedan contarlos y verificar, además de esto hay unos cuadros con los parámetros que se van a usar para tomar muestra en cada punto, en lo que es agua, suelo, sedimento, de todo.			(monitores), mas no los asesores de las Federaciones como se solicita en la pregunta.	
BIENES Y SERVICIOS LOCALES (Reclamo)	CC.NN. Nuevo Porvenir	Agente Municipal - Mujer (No se identifica)	En el mes de mayo (2018), ustedes estaban por acá y tomaron los servicios de la comunidad, al respecto; un comunero que realizó trabajos	Pregunta - Oral	Nosotros hacemos los pagos, según el control que hacemos de cada una de las personas, y ese pago se lo hacemos completo a la	Ing. Jefferson Becerra. CEV CONSORCIO.	Atendido (Cerrado)	Se aclaró el mismo día de la reunión.	20/08/2018 Minuto: 02:20 Vídeo – Parte 3 CC.NN. Nvo Porvenir Taller

000561

Base de Datos Sistematizada de las Atenciones Dadas por Consultas en los Procesos de Elaboración a las Poblaciones Locales de Rehabilitación									
Locación:	**Comunidad Nativa Nuevo Porvenir**								
Fecha:	**20/08/2018**								
TEMA EMERGENTE	**INSTITUCIÓN, ORGANIZACIÓN, COMUNIDAD**	**REPRESENTANTE**	**INTERVENCIÓN**	**TIPO DE INTERVENCIÓN**	**RESPUESTA**	**RESPONSABLE DE RESPUESTA (Entidad y representante)**	**ESTADO DEL TEMA O ASUNTO (Pendiente, en proceso, cerrado)**	**OBSERVACIONES**	**FUENTE DE VERIFICACIÓN**
			con ustedes, nos ha informado que hasta la fecha no se le realiza el pago correspondiente por sus servicios prestados, detalló que solamente le habían pagado los días trabajados mas no las noches. ¿Por qué no le han pagado sus noches trabajadas?		empresa comunal, es la empresa comunal la que le termina pagando directamente al trabajador.				
SITIOS IMPACTADOS	CC.NN. Nuevo Porvenir	Comunero – Varón No se identifica	Nosotros notamos que la Comisión que está haciendo este trabajo, no están haciendo un buen estudio y un buen trabajo. Si hemos conseguido cincuenta millones es para que hagan un buen estudio, porque el	Sugerencias - Oral Reclamo	No requiere respuesta	Ninguno	Ninguno	Alternó el idioma nativo con el castellano para un mejor entendimiento de la población local y foránea.	20/08/2018 Minuto: 13:20 Vídeo – Parte 3 CC.NN. Nvo Porvenir Taller

000562

Base de Datos Sistematizada de las Atenciones Dadas por Consultas en los Procesos de Elaboración a las Poblaciones Locales de Rehabilitación									
Locación:	**Comunidad Nativa Nuevo Porvenir**								
Fecha:	**20/08/2018**								
TEMA EMERGENTE	**INSTITUCIÓN, ORGANIZACIÓN, COMUNIDAD**	**REPRESENTANTE**	**INTERVENCIÓN**	**TIPO DE INTERVENCIÓN**	**RESPUESTA**	**RESPONSABLE DE RESPUESTA (Entidad y representante)**	**ESTADO DEL TEMA O ASUNTO (Pendiente, en proceso, cerrado)**	**OBSERVACIONES**	**FUENTE DE VERIFICACIÓN**
			Estado te va decir; dame las pruebas primero, ¿cómo sabes que estas contaminado? No estoy contento con la empresa TEMA, que está supervisando, están tomando puntos lejos, estoy diciendo a mis hermanos, a los APUs que deben ir por su lado, no solamente a ver respecto a los puntos sino también tenemos que exigir que excaven donde se tiene que hacer. Necesito que se haga un buen estudio. Ecodes, TEMA, FONAM, yo creo que todos los seres humanos queremos vivir un ambiente						

000563

Base de Datos Sistematizada de las Atenciones Dadas por Consultas en los Procesos de Elaboración a las Poblaciones Locales de Rehabilitación									
Locación:	**Comunidad Nativa Nuevo Porvenir**								
Fecha:	**20/08/2018**								
TEMA EMERGENTE	**INSTITUCIÓN, ORGANIZACIÓN, COMUNIDAD**	**REPRESENTANTE**	**INTERVENCIÓN**	**TIPO DE INTERVENCIÓN**	**RESPUESTA**	**RESPONSABLE DE RESPUESTA (Entidad y representante)**	**ESTADO DEL TEMA O ASUNTO (Pendiente, en proceso, cerrado)**	**OBSERVACIONES**	**FUENTE DE VERIFICACIÓN**
			sano limpio, tranquilo. Muchas gracias. Alternó el idioma nativo con el castellano para un mejor entendimiento de la población local y foránea.						
SITIOS IMPACTADOS	CC.NN. Nuevo Porvenir	Comunero – Varón (No se identifica)	¿Por qué no han considerado el Sitio que está al otro lado del Botadero kilómetro dos (02)? En esa zona no solo está este botadero sino otros más que deberían estar considerados en este documento.	Resumen de reunión con sugerencias - Oral	Eso ya está considerado, pero no está en el documento, la OEFA también ha verificado esa zona, pero eso no es culpa mía, eso es culpa del Estado.	Monitor Ambiental CC.NN. Nuevo Porvenir.	Ninguno	Solicitan que se incluyan más puntos o Sitios impactados en el estudio.	20/08/2018 Minuto: 21:10 Vídeo – Parte 3 CC.NN. Nvo Porvenir Taller
BIENES Y SERVICIOS LOCALES	CC.NN. Nuevo Porvenir	Comunero – Varón (No se identifica)	Se informó a la comunidad que los contratos se realizarán a través de la Empresa Comunal ECOPOR, el honorario de los Monitores	Acuerdo	No requiere respuesta	Ninguno	Ninguno	Ninguno	18/04/2018 Acta: Taller Nvo Porvenir M1_18/04/2018 página 2 y 3, Ítem 3. CC.NN. Nuevo Porvenir Taller

000564

Base de Datos Sistematizada de las Atenciones Dadas por Consultas en los Procesos de Elaboración a las Poblaciones Locales de Rehabilitación									
Locación:	**Comunidad Nativa Nuevo Porvenir**								
Fecha:	**20/08/2018**								
TEMA EMERGENTE	**INSTITUCIÓN, ORGANIZACIÓN, COMUNIDAD**	**REPRESENTANTE**	**INTERVENCIÓN**	**TIPO DE INTERVENCIÓN**	**RESPUESTA**	**RESPONSABLE DE RESPUESTA (Entidad y representante)**	**ESTADO DEL TEMA O ASUNTO (Pendiente, en proceso, cerrado)**	**OBSERVACIONES**	**FUENTE DE VERIFICACIÓN**
			Ambientales será de S/. 100,00 (ciento diez nuevos soles). Este acuerdo se realizó en coordinación con el APU de la Comunidad y la Empresa Comunal.						

Elaboración: Consorcio ECODES VARICHEM/FONAM-Fondo de Contingencia, 2019.

000565

BIBLIOGRAFÍA

Aparicio, P. M., & Bodmer, R. (2009). *Pueblos Indígenas de la Amazonia Peruana,.*

Aros, E. (2007). *Aplicación y alcances de la fitorremediación como una alternativa de saneamiento ambiental.*

Bernad, I. O., García, J. S., Valiño, M. D., & Fernández, S. V. (2007). *Técnicas de recuperación de suelos contaminados.* Madrid: madridmasd.

Bertini, L. (2014). *Inmovilización en Cemento de óxidos de metales pesados: Revalorización de un residuo con fines sociales y ambientales.* Buenos Aires, Argentina.

CIFOR. (2011). *Pago por Servicios ecosistémicos*. Obtenido de https://www.cifor.org/pes/_ref/sp/sobre/ecosystem_services.htm

Conde, G. (1987). *Excavación, retirada y tratamiento/eliminación ex situ de suelos contaminados.* Madrid, España: Escuela de negocio, EOI.

Elliott, H. A., & Brown, G. A. (1989). Comparative evaluation of NTA and EDTA decontamination of Pb-polluted soils. *Water, Air, and Soil Pollution*, 30, 34-35 y 53.

EPA. (2003). *Guía para el Ciudadano sobre Solidificación/Establización.* Washington : U.S. EPA.

EPA. (2010). *Tratamientos Biológicos.*

Eweis, J., Ergas, D., & Schroeder, C. y. (1998). *Bioremediation principles.* McGraw-Hill International.

Hurtado Melo, S. (2010). *Diseño básico de una planta de desorción térmica para tratamiento de suelos contaminados.* Obtenido de http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/20229/fichero/2.+Memoria+del+Proyecto%252F5.+M%C3%A9todos+de+descontaminaci%C3%B3n+por+desorci%C3%B3n+t%C3%A9rmica.pdf

Ibarra, J. (2015). *Electrobiorremediación, una técnica innovadora para la limpieza de suelos contaminados.* Sonora, Mexico. : Universidad de Sonora.

Isosaari, P. (2010). *Electromigration of arsenic and co-existing metals in mine tailing . Chemosphere.*

Iturbe-Arguelles, R. F.-T.-L.-M. (2002). *Saneamiento de Suelos Contaminados con Hidrocarburos mediante Biopilas. .* Ingeniería Investigación y Tecnología.

López, R. L. (2013). *Remediación electrocinética de suelos de baja permeabilidad contaminados con compuestos orgánicos hidrófobos.* Ciudad Real, España.

Magín González Moscoso, M. (2018). *Los Surfactantes: una alternativa para la descontamiación de suelos con hidrocarburos. Una revisión.* Victoria, Tamaulipas, México.: Universidad Politecnica de Victoria.

Maldonado, O. (2015). *Lavado In situ de un suelo contaminado con diesel, asistido con sufractantes. .* Ciudad de Mexico: Instituto Politecnico Nacional.

Mayor Aparicio, P., & Bodmer, R. (2009). *Pueblos Indígenas de la Amazonia Peruana.*

Mayor Aparicio, P., & Bodmer, R. (2009). *Pueblos Indígenas de la Amazonia Peruana.*

Menéndez García, M. A., & Loredo Pérez, J. (2003). *Instrumentación de campo parala detección de contaminantes orgánicos en suelos y tratamientos "On-site" en Planta Movil.* Madrid.

MINAM. (2014). *Guía para la elaboración de Planes de Descontaminación de Suelos.* Lima.

MINAM. (2015). *Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente.* Lima.

MINAM. (2015). *Mapa de Cobertura Vegetal.* Lima.

Ministerio del Ambiente, MINAM. (2015). *Guía para la elaboración de estudios de Evaluación de Riesgos a la Salud y el Ambiente.* Lima.

Moran, E. (1993). *La Ecologia Humana Pueblos Amazonia.*

Ortiz, I. (2007). *Técnicas de recuperación de suelos contaminados.*

Pamucki, S. (1992). *Electrokinetic removal of Selected heavy metals from sold.* Environmental.

Pérez, A. H. (Julio de 2010). *Análisis integral de riesgos operacionales y su aplicación en una empresa de ingeniería.* Obtenido de https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/10056/PFC_Antonio_Perez_Hualde.pdf

PNUD. (2018). *Estudio Técnico Independiente del ex Lote 1AB.* Lima: Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo.

Riser-Roberts, E. (1998). *Remediation of petroleum contaminated soils. Lewis Publishers.*

Rivas Panduro, S., Medina Mendoza, A., Abanto Llaque, J., & Rios Zumaeta, R. &. (2008). *Arqueología de las cuencas del Pastaza y Morona.* Lima: Reporte de zonificación ecológica económica.

RIVAS PANDURO, S., MEDINA MENDOZA, A., ABANTO LLAQUE, J., & RIOS ZUMAETA, R. &. (2008). *Arqueología de las cuencas del Pastaza y Morona. Reporte de zonificación ecológica económica.* Lima: Amazonía Peruana.

Romero Esquivel, L. G. (2008). *Desarrollo de la tecnología de Inmovilización: Estabilización/Solidificación de desechos peligrosos en Costa Rica.* Costa Rica.

Torres, L., Iturbe, R., & Chavez, C. &. (2004). *In situ Flushing of Contaminated Soils from a Refinery.* .

Vargas Ríos, O. e. (2012). *Guías Técnicas para la restauración ecológica de los ecosistemas.* Bogota: Departamento de Biología Facultad de Ciencias Universidad Nacional de Colombia.

Varichem International, I. (2018). *"Remediade" a product for oil spill cleanup using microbes.* Van Vleck, Texas.

Villa, J. U. (2014). *Técnicas de biorremediación para el saneamiento del subsuelo.* Proyectos Químicos.

Wait, S. T., & Thomas, D. (2003). *The characterization of base oil recovered from the low temperature.* San Antonio, TX: SPE/EPA Exploration and Production Environmental Conference.

Yuan, S. (2007). *Electrokinetic movement of multiple chlorobenzenes in contaminated soild in the presence of β-cyclodextrin .*

ANEXO D

Carta N.° 00086-2020-OEFA/DEAM

2020-I01-028608

Lima, 21 de septiembre de 2020

CARTA N° 00086-2020-OEFA/DEAM

Señora:
MILAGROS SILVA-SANTISTEBAN
Gerente Legal
Pacific Stratus Energy del Perú SA
Av. Jorge Chávez 154, Piso 8
Miraflores

Asunto : Actividades en el marco del proceso de identificación de sitios impactados en el Lote 192

De mi mayor consideración:

Es grato dirigirme a usted para saludarla y comunicarle que, el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) en el marco de su competencia para identificar sitios impactados como consecuencia de las actividades de hidrocarburos[1], ha programado entre el 22 de setiembre al 31 de octubre de 2020, acciones de evaluación ambiental para la identificación de sitios impactados por actividades de hidrocarburos, Lote 192 (ex Lote 1AB), que comprenden las comunidades Nuevo Porvenir, Nuevo Andoas, Titiyacu y Los Jardines, ubicadas en el ámbito de la cuenca del río Pastaza.

Esta actividad se encuentra enmarcada dentro de lo dispuesto en el «Plan para la vigilancia, prevención y control de COVID-19 en el Trabajo del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA»[2]. Adjunto la relación del personal que estará a cargo de la mencionada evaluación, como Anexo.

Cualquier consulta sobre el particular sírvase comunicar con el biólogo Armando Martín Eneque Puicón, Ejecutivo de la Subdirección de Sitios Impactados de esta dirección, a través del correo electrónico aeneque@oefa.gob.pe.

Es propicia la oportunidad para expresarle a usted, los sentimientos de mi especial consideración.

Atentamente:

[FGARCIA]

SSIM/mla-zvg

Adjunto: - Anexo: Relación del personal de la Subdirección de Sitios Impactados a cargo de la evaluación

1 Conforme a lo establecido en la Ley N.° 30321, Ley que crea el Fondo de Contingencia para Remediación Ambiental, su Reglamento, aprobado mediante Decreto Supremo N.° 039-2016-EM, la Directiva para la Identificación de Sitios Impactados por Actividades de Hidrocarburos y su Anexo, la Metodología para la Estimación del Nivel de Riesgo a la Salud y al Ambiente.

2 Aprobado mediante Resolución de Gerencia General N.° 032-2020-OEFA/GEG, de 20 de mayo de 2020 y modificatoria, aprobada mediante Resolución de Gerencia General N.° 041-2020-OEFA/GEG.

"Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por el OEFA, aplicando los dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. Nº 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: https://sistemas.oefa.gob.pe/verifica e ingresando la siguiente clave: 05124064"

05124064

ANEXO E

Acta de reunión

Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

ACTA DE REUNIÓN

Asunto		Nº de Acta y Código		
Reunión de coordinación para actividades de Reconocimiento en la CCNN Nuevo Porvenir		Reunión	Interna ☐	Externa ☐
		Fecha	(DD/MM/AAAA) 28/02/2020	
		Hora de inicio y fin (24h)	17:20	18:30
Lugar y/o referencia	CCNN Nuevo Porvenir			

	Nº	Apellidos y nombres	Área/Entidad	Puesto	Correo electrónico / Telef.
Conduce[1]	1	Leon Antonio Mike	OEFA	coordinador	mleon@oefa.gob.pe 954851266
	2	Miguel Cruz Zurita	CCNN Porvenir	Ddo APV.	958611052.
Participan	3	Carreño Reyes Pierina	OEFA	Tercero	982512549
	4	Quispe Gil Carlos Alberto	OEFA	Tercero	984499796
	5	Malguia Dahua	CCNN Nvo Porvenir	agente M. Monito -	983624415
	6	Juan Pablo Gallos Cautina	CCNN Nvo Porvenir	Monitor Ambiental	958612446

I. Agenda y/o Referencias

II. Desarrollo de la Reunión

Hoy 28 de febrero de 2020 los representantes de la subdirección de Sitios Impactados (SSIM) de la Dirección de Evaluación Ambiental (DEAM) del OEFA se reunieron con los representantes de la comunidad nativa Nuevo Porvenir para explicar el proceso de identificación de sitios impactados en el marco de la ley 30321 y coordinar la ejecución de actividades de reconocimiento de posibles sitios. El trabajo se realizará en acompañamiento de los monitores ambientales de la comunidad y se hará el reconocimiento de 8 posibles sitios impactados.

[1] Persona(s) encargada(s) de conducir la reunión

III. Acuerdos[2]

IV. Compromisos[3]

N°	Compromiso	Responsable(s)[4]	Fecha de cumplimiento

V. Firmas

N°[4]	Firma
1	
2	
3	
4	
5	
6	

[2] Decisión adoptada de común acuerdo o por mayoría de los participantes

[3] Obligación que contrae uno o más participantes en el marco de sus competencias y funciones

[4] Consignar el número que le corresponde en la lista de participantes

ACTA DE REUNIÓN

Asunto	N° de Acta y Código		
Coordinación para realizar la evaluación del sitio 50368	Reunión	Interna ☐	Externa ☐
	Fecha 19/09/20		
	Hora de inicio y fin (24h)	08:00 am	9:30 am
Lugar y/o referencia	CC.NN Nuevo Porvenir		

	N°	Apellidos y nombres	Área/Entidad	Puesto	Correo electrónico
Conduce[1]	1	Quispe Gil Carlos	OEFA	Evaluador	
	2	Vargas Solorzano Kelly	OEFA	Evaluador	
Participan	3	Dahua Sandy Juan		APU	
	4	Pastor Maruyama Rodriguez		Agente Municipal	
	5	Juan Pablo Dalla		Monitor Ambiental	
	6	Remigio Ramirez Dahua		Apoyo Local	
	7	Rider Yanamari Inuma		Apoyo Local	

I. Agenda y/o Referencias	Realizar la evaluación ambiental del sitio 50368

II. Desarrollo de la Reunión

- Se explico el trabajo de evaluación
- Se solicito el trabajo de 01 Monitor ambiental y 02 apoyos locales.

[1] Persona(s) encargada(s) de conducir la reunión

Escaneado con CamScanner

III. Acuerdos[2]

IV. Compromisos[3]

N°	Compromiso	Responsable(s)[4]	Fecha de cumplimiento

V. Firmas

N°[4]	Firma
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	

[2] Decisión adoptada de común acuerdo o por mayoría de los participantes

[3] Obligación que contrae uno o más participantes en el marco de sus competencias y funciones

[4] Consignar el número que le corresponde en la lista de participantes

Escaneado con CamScanner

Oefa — Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

REGISTRO DE ASISTENCIA

Tipo de evento

Capacitación[1] ☐	Difusión[2] ☐	Charla[3] ☐	Inducción[4] ☐	Otros: ☒	

Tema	Evaluación Ambiental del sitio 50368		
Fecha	19/09/20	Dirección o referencia	CC.NN Nuevo Porvenir

Organizador

Interno ☐		Firma	
Externo ☒			
Empresa o Área	OEFA		
Apellidos y Nombres del Responsable del Evento		Firma	
Carlos Quispe Gil			

Control

Hora Inicio (24 h)	Hora Fin (24 h)	Duración (horas)	N° Total de Participantes	HHC (horas)[5]
08:00 am	09:30 am	1:30	7	

RELACION DE PARTICIPANTES

N°	Apellidos y Nombres	Puesto/Área	Correo electrónico	Firma
1	Juan Richard Dahua Sandy	APU	———	
2	Pastor Maruyama Rodriguez	Agente Municipal	———	
3	Juan Pablo Dalla Curitima	Monitor Ambiental	———	
4	Remigio Ramirez Dahua	Apoyo Local	———	
5	Rider Yanamari Inuma	Apoyo Local	———	
6	Carlos Quispe Gil	OEFA Evaluador	carlos.alberto.quispe.gil@gmail.com	
7	Kelly Vargas Solorzano	OEFA Evaluador	Kelly.Vargas.Solorzano@gmail.com	
8				
9				
10				

1 Aplica a los casos en que se realiza acciones destinadas a brindar a una o varias personas, nuevos conocimientos y/o herramientas para el desarrollo máximo de sus habilidades y destrezas en el desempeño de sus labores.
2 Acciones destinadas a la divulgación de conocimientos, y a la promoción de los mismos.
3 Disertación breve, informal y dinámica para el desarrollo de acciones específicas.
4 Aplica al personal que se incorpora al OEFA, en el que se desarrolla información referida sobre el Estado, la entidad y normas internas; con el fin de facilitar y garantizar su integración y adaptación al OEFA y a su puesto.
5 Horas hombre capacitadas (HHC): Se calcula multiplicando los factores: tiempo de duración de la capacitación, inducción impartida y cantidad de personal que asistió a la capacitación.

Escaneado con CamScanner

Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

REGISTRO DE ASISTENCIA

Tema	

RELACIÓN DE PARTICIPANTES

N°	Apellidos y Nombres	Puesto/Área	Correo electrónico	Firma
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				

Escaneado con CamScanner

ANEXO F

Reporte de campo del sitio S0355

Oefa	**REPORTE DE CAMPO**

Título del estudio	:	Ejecución de la evaluación ambiental para la identificación del sitio S0355, ubicado en el Lote 192, en el ámbito de la cuenca del río Pastaza, distrito Andoas, provincia Datem del Marañón y departamento Loreto.			
Fecha de ejecución	:	20 de octubre de 2020			
Expediente de evaluación	:	2020-05-059	Código del de acción	:	0002-09-2020-415
Tipo de evaluación	:	Programada			
Fecha de aprobación	:	06 de diciembre de 2020	Reporte N°	:	069-2020-SSIM

1. INFORMACIÓN GENERAL

a.	Distrito	Andoas
b.	Provincia	Datem del Marañón
c.	Departamento	Loreto
d.	Comunidades	Comunidad Nuevo Porvenir
e.	Unidad fiscalizable	Lote 192
f.	Cuenca / Microcuenca	Pastaza / PAS-40
g.	Ámbito de estudio	El sitio S0355 se ubica en el ámbito de la cuenca del río Pastaza, en el territorio de la comunidad Nuevo Porvenir, a 3,6 km en línea recta al noreste de la comunidad.

Profesionales que aportaron a este documento

Nombres y Apellidos	Profesión	Actividad desarrollada
Bryant O'nell Pomez Quiroz	Ing. Ambiental y Sanitario	Campo y gabinete
Juan Gamarra Rojas	Ing. Ambiental	Campo
Isaías Antonio Quispe Quevedo	Bach. Ingeniería geográfica	Gabinete

2. INFORMACIÓN DE LA EVALUACIÓN

Componente/matriz	Cantidad de puntos de muestreo	Parámetros evaluados
Suelo	5 (6 muestras)	-Fracción de hidrocarburos F1 (C6-C10) -Fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28) -Fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40) -BTEX -Hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAHs) -Metales totales (As, Ba total, Cd, Cr total, Hg, Pb) -Cromo VI (Hexavalente) -Medición de COVs

3. INFORMACIÓN DEL MONITOREO PARTICIPATIVO

Comunidades	Fecha	Actores	Participante Hombres	Participantes Mujeres	Total
Nuevo Porvenir	20 de octubre de 2020	Comunidad de Nuevo Porvenir	2	0	2

4. ÁREA DE ESTUDIO

El sitio S0355 se encuentra en el territorio de la comunidad Nuevo Porvenir, a 3,6 km en línea recta al noreste de la comunidad, ubicado al oeste de la plataforma CAPS-02C y al sur del Botadero Km2. El sitio S0355 está compuesto por un bosque primario con predominancia de especies arbóreas y herbáceas. El suelo predominantemente es arcilloso-limoso, se observa una modificación de la zona producto de una excavación (zona de depósito de residuos), donde se evidencia presencia de vegetación arbórea, herbácea y hojarascas con agua acumulada producto de las lluvias, también se aprecia iridiscencia al momento de remover el fondo del suelo inundable por diferentes puntos del sitio. El área del posible sitio impactado es de 0,025 ha (250 m2), comprende el área del suelo. No existen cuerpos de aguas cercanos.

Para la evaluación de la calidad de suelo en el sitio S0355 se consideró el área superficial de 0,025 ha (250 m2), y en donde se consideró 5 puntos de muestreo (4 muestras superficiales dentro del sitio, 1 muestra superficial fuera del sitio, 1 muestra a profundidad y 1 muestras duplicado). De acuerdo con la información obtenida en campo, el sitio S0355 se ubica en un paisaje de terraza baja eventualmente inundable mediante lluvias. Asimismo, se observó suelo saturado (mojado) y presencia de materia orgánica (hojarasca) de alta y baja degradación con un espesor de 0,05 m aproximadamente sobre la superficie del suelo; además, se observó suelo de textura predominantemente arcillo limoso con marrón grisáceo.

5. INFORMACIÓN SOBRE MATRICES/COMPONENTES EVALUADOS

5.1. SUELO

5.1.1 Documentos técnicos empleados

Nombre	Sección	Dispositivo Legal	Entidad	País
Guía para el muestreo de suelos	--	R.M N.º 085-2014-MINAM	MINAM	Perú
Guía para la elaboración de planes de descontaminación de suelos	--	R.M N.º 085-2014-MINAM	MINAM	Perú

5.1.2 Equipos y materiales utilizados en la medición y muestreo

Componente/Matriz	Equipos/ Materiales	Marca	Modelo	Serie	N.° de certificado de calibración
Suelo	Equipo de posicionamiento GPS	Garmin	Montana 680	4HU005032	--
	Cámara digital	Canon	Powershot D30BL	62051001250	--
	Barreno	AMS	--	--	--
	Detector de Fotoionización (PID)	Rae SystemS	MiniRae 3000 PGM7320	592-912882	LG-0132020

5.1.3 Puntos de muestreo

N.º	Código de Punto de muestreo	Código muestra	Muestreo		Coordenadas UTM WGS 84–Zona 18M		Altitud (m s. n. m.)	Descripción
			Fecha	Hora	Este (m)	Norte (m)		
1	S0355-SU-001	S0355-SU-001	20/10/2020	09:36	338933	9693055	214	Punto de muestreo de suelo a nivel superficial ubicado dentro del sitio S0355, a aproximadamente 91 m al este de la plataforma CAPS-02C y a 40 m aproximadamente del botadero km2.
2	S0355-SU-002	S0355-SU-002	20/10/2020	09:12	338940	9693060	214	Punto de muestreo de suelo a nivel superficial ubicado dentro del sitio S0355, a aproximadamente 97 metros al este de la Plataforma CAPS-02C y a 40 m aproximadamente del botadero km2.
3	S0355-SU-003	S0355-SU-003	20/10/2020	07:37	338952	9693054	214	Punto de muestreo de suelo a nivel superficial ubicado dentro del sitio S0355, a aproximadamente 110 m al este de la plataforma CAPS-02C y a 40 m aproximadamente del botadero km2.
		S0355-SU-003-PROF	20/10/2020	08:09	338952	9693054	214	Punto de muestreo de suelo a nivel superficial ubicado dentro del sitio S0355, a aproximadamente 110 m al este de la plataforma CAPS-02C y a 40 m aproximadamente del botadero km2.
4	S0355-SU-004	S0355-SU-004	20/10/2020	08:42	338943	9693053	214	Punto de muestreo de suelo a nivel superficial ubicado dentro del sitio S0355, a aproximadamente 102 m al este de la plataforma CAPS-02C y a 40 m aproximadamente del botadero km2.
5	S0355-SU-005	S0355-SU-005	20/10/2020	10:25	338920	9693081	215	Punto de muestreo de suelo a nivel superficial ubicado a aproximadamente 25 m al noroeste fuera del sitio S0355, a aproximadamente 70 m al este de la plataforma CAPS-02C y a 40 m aproximadamente del botadero km2. (Punto Control)

La precisión de las coordenadas fue de +-3 m.

Se complementó el muestreo de suelos con una (1) muestra duplicado para control de calidad, según el detalle:

Código de muestra	Muestreo		Coordenadas UTM WGS 84 - Zona 18 M		Altitud (m.s.n.m.)	Descripción
	Fecha	Hora	Este (m)	Norte (m)		
S0142-SU-DUP1	20/10/2020	09:36	338933	9693055	214	Muestra duplicada de la muestra S0142-SU-001.

5.1.4 Datos de campo

Código de muestra	Características físicas								
	Profundidad (m)	Textura	Color	Humedad	Consistencia	Presencia de materia orgánica	Olor a hidrocarburos	Lectura de PID (ppm)	Otras observaciones
S0355-SU-001	0,80-1,05	Limo - Arcilloso	Marrón Grisáceo	Mojado	Ligeramente Adhesivo	MO superficial de baja y alta degradación	Media	30.4	Ninguna
S0355-SU-002	0,80-1,05	Limo - Arcilloso	Marrón Grisáceo	Mojado	Ligeramente Adhesivo	MO superficial de baja y alta degradación	Media	8.7	Ninguna
S0355-SU-003	0,80-1,00	Limo - Arcilloso	Marrón Grisáceo	Mojado	Ligeramente Adhesivo	MO superficial de baja y alta degradación	Media	79.2	Ninguna
S0355-SU-003-PROF	1,50-1,70	Arcilloso - Limoso	Marrón Grisáceo	Mojado	Ligeramente Plástico	MO superficial de baja y alta degradación	Baja	22.6	Ninguna

Código de muestra	Características físicas								
	Profundidad (m)	Textura	Color	Humedad	Consistencia	Presencia de materia orgánica	Olor a hidrocarburos	Lectura de PID (ppm)	Otras observaciones
S0355-SU-004	0,85-1,10	Limo - Arcilloso	Marrón Grisáceo	Mojado	Ligeramente Adhesivo	MO superficial de baja y alta degradación	Media	13.4	Ninguna
S0355-SU-005	0,75-1,00	Arcilloso - Limoso	Marrón Grisáceo	Húmedo	Firme	MO superficial de baja y alta degradación	Sin olor	18.7	Ninguna

PID detector de Foto ionización
MO: Materia orgánica
Anexo C: Ficha de campo de suelo

5.1.5 Parámetros para ser analizadas en laboratorio de ensayo

Componente	Parámetro	Laboratorio	Requerimiento de servicio/ Término de referencias	N.° de muestras ejecutadas	Observaciones
Suelo	Fracción de hidrocarburos F1 (C6-C10)	AGQ S.A.C.	RS N.° 891-2020	1	Ninguna
	Fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28)	AGQ S.A.C.	RS N.° 891-2020	6	Ninguna
	Fracción de hidrocarburos F3 (>C28-C40)	AGQ S.A.C.	RS N.° 891-2020	6	Ninguna
	BTEX	AGQ S.A.C.	RS N.° 891-2020	1	Ninguna
	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PAHs)	AGQ S.A.C.	RS N.° 891-2020	1	Ninguna
	Metales totales (As, Ba total, Cd, Cr, Hg, Pb)	AGQ S.A.C.	RS N.° 891-2020	7	Ninguna
	Cromo VI	AGQ S.A.C.	RS N.° 891-2020	6	Ninguna

6. OBSERVACIONES

Este reporte no incluye resultados analíticos del muestreo ambiental.

7. ANEXOS

Anexo A: Mapa de puntos de muestreo
Anexo B: Ficha fotográfica
Anexo C: Fichas de campo
Anexo D: Cadenas de custodia
Anexo E: Certificados de calibración de equipos de campo

Profesionales que aportaron a este documento:

FIRMA DIGITAL

Firmado digitalmente por: LEON ANTUNEZ Milena Jenny FAU 20521286769 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 06/12/2020 22:30:33-0500

FIRMA DIGITAL

Firmado digitalmente por: ENEQUE PUICON Armando Martin FAU 20521286769 soft
Motivo: Doy V° B°
Fecha: 06/12/2020 23:57:24-0500

FIRMA DIGITAL

Firmado digitalmente por: POMEZ QUIROZ Bryant O'nell FIR 46872024 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 07/12/2020 01:37:13-0500

FIRMA DIGITAL

Firmado digitalmente por: GAMARRA ROJAS Juan FIR 45150451 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 07/12/2020 01:41:41-0500

ANEXOS

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Ejecución de la evaluación ambiental para la identificación del sitio S0355, ubicado en el Lote 192, en el ámbito de la cuenca del río Pastaza, distrito Andoas, provincia Datém del Marañón y departamento Loreto

ANEXO A

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Mapa de puntos de muestreo

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

www.oefa.gob.pe
Dirección de Evaluación

Av. Faustino Sánchez Carrión
N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Teléf.: (511) 204 9900

335000 340000 345000 350000

9705000 9700000 9695000 9690000

MAPA DE UBICACION

N

Plat.A
Plat.D
Plat.C
Plat.01
Plat.02
Plat.D
Plat.N
Plat.F
Plat.M
Plat.C
Plat.A
Plat.E
Plat.G

Código	Coordenadas UTM WGS 84 Zona 18 Sur	
	Este (m)	Norte (m)
S0355-SU-001	338933	9693055
S0355-SU-002	338940	9693060
S0355-SU-003	338952	9693054
S0355-SU-003-PROF	338952	9693054
S0355-SU-004	338943	9693053
S0355-SU-005	338920	9693081

Departamento: LORETO

Provincia: DATEM DEL MARAÑON

Cuenca Pastaza

Distrito: ANDOAS

Zoom

Nuevo Porvenir

Andoas Nuevo

Río Pastaza

SOUTH CAPAHUARI (P2) Production Facilit

Signos Convencionales

- Centros Poblados
- Accesos Lote 192
- Río
- Quebrada
- Aguajales
- Límite Provincial
- Límite Departamental
- Límite Distrital
- Ambito de la Ley 30321

Leyenda

- Puntos de Muestreo de Suelo
- Oleoducto Nor Peruano
- Oleoducto del Lote 192
- Área de Evaluación Ambiental
- Plataformas Petroleras
- Instalaciones - Lote 192
- Lotes Petroleros

Zoom

PERÚ | Ministerio del Ambiente | Organismo de Evaluación y Fiscalizacion Ambiental

Departamento Loreto - Provincia Dátem del Marañón - Distrito Andoas

EVALUACIÓN AMBIENTAL PARA LA IDENTIFICACIÓN DEL SITIO IMPACTADO

MAPA DE UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO DE SUELO EN EL SITIO CON CÓDIGO S0355

0 600 1,200 2,400 3,600 4,800 Metros.

Escala : 1/60 000

Datum Horizontal WGS84
Proyección Transversa de Mercator
Sistema de Coordenadas - UTM - Zona 18 Sur

Elaborado: **CSIG OEFA** | Fecha: Octubre 2020

Fuente:
Cartas Nacionales, escala 1:100 000 - IGN; Centros Poblados - INEI, Subdirección de Sitios Impactados de la Dirección de Evaluación Ambiental - OEFA

ANEXO B

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Ficha fotográfica

Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	**FICHA FOTOGRÁFICA**

Ejecución de la evaluación ambiental para la identificación del sitio S0355, ubicado en el Lote 192, en el ámbito de la cuenca del río Pastaza

Expediente de Evaluación: 2020-05-025 **Código de acción: 002-9-2020-415**

Distrito	Andoas	Provincia	Datém del Marañón	Departamento	Loreto

FOTOGRAFÍA N.° 1 **S0355-SU-001**	
Fecha: 20/10/2020	
Hora: 09:36	
COORDENADAS UTM -WGS 84 – ZONA 18M	
Este (m): 338933	
Norte (m): 9693055	
Altitud (m s.n.m): 214	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Punto de muestreo de suelo a nivel superficial ubicado dentro del sitio S0355, a aproximadamente 91 m al este de la plataforma CAPS-02C y a 40 m aproximadamente del botadero km2.
FOTOGRAFÍA N.° 2 **S0355-SU-001**	
Fecha: 20/10/2020	
Hora: 09:36	
COORDENADAS UTM -WGS 84 – ZONA 18M	
Este (m): 338933	
Norte (m): 9693055	
Altitud (m s.n.m): 214	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Lectura de COV's con el equipo PID (detector de fotoionización) MiniRae 3000 en el punto S0355-SU-001.

Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	**FICHA FOTOGRÁFICA**

Ejecución de la evaluación ambiental para la identificación del sitio S0355, ubicado en el Lote 192, en el ámbito de la cuenca del río Pastaza

Expediente de Evaluación: 2020-05-025 **Código de acción: 002-9-2020-415**

Distrito	Andoas	Provincia	Datém del Marañón	Departamento	Loreto

FOTOGRAFÍA N.° 3 **S0355-SU-002**	
Fecha: 20/10/2020	
Hora: 09:12	
COORDENADAS UTM -WGS 84 – ZONA 18M	
Este (m): 338940	
Norte (m): 9693060	
Altitud (m s.n.m): 214	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Punto de muestreo de suelo a nivel superficial ubicado dentro del sitio S0355, a aproximadamente 97 metros al este de la Plataforma CAPS-02C y a 40 m aproximadamente del botadero km2.
FOTOGRAFÍA N.° 4 **S0355-SU-002**	
Fecha: 20/10/2020	
Hora: 09:12	
COORDENADAS UTM -WGS 84 – ZONA 18M	
Este (m): 338940	
Norte (m): 9693060	
Altitud (m s.n.m): 214	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Lectura de COV's con el equipo PID (detector de fotoionización) MiniRae 3000 en el punto S0355-SU-002.

Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	**FICHA FOTOGRÁFICA**

Ejecución de la evaluación ambiental para la identificación del sitio S0355, ubicado en el Lote 192, en el ámbito de la cuenca del río Pastaza

Expediente de Evaluación: 2020-05-025 **Código de acción: 002-9-2020-415**

Distrito	**Andoas**	**Provincia**	**Datém del Marañón**	**Departamento**	**Loreto**

FOTOGRAFÍA N.° 5 **S0355-SU-003**	
Fecha: 20/10/2020	
Hora: 07:37	
COORDENADAS UTM -WGS 84 – ZONA 18M	
Este (m): 338952	
Norte (m): 9693054	
Altitud (m s.n.m): 214	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Punto de muestreo de suelo a nivel superficial ubicado dentro del sitio S0355, a aproximadamente 110 m al este de la plataforma CAPS-02C y a 40 m aproximadamente del botadero km2.
FOTOGRAFÍA N.° 6 **S0355-SU-003**	M
Fecha: 20/10/2020	
Hora: 07:37	
COORDENADAS UTM -WGS 84 – ZONA 18M	
Este (m): 338952	
Norte (m): 9693054	
Altitud (m s.n.m): 214	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Lectura de COV's con el equipo PID (detector de fotoionización) MiniRae 3000 en el punto S0355-SU-003.

Ejecución de la evaluación ambiental para la identificación del sitio S0355, ubicado en el Lote 192, en el ámbito de la cuenca del río Pastaza

Expediente de Evaluación: 2020-05-025 **Código de acción: 002-9-2020-415**

Distrito	Andoas	Provincia	Datém del Marañón	Departamento	Loreto

FOTOGRAFÍA N.° 7 **S0355-SU-003-PROF**	
Fecha: 20/10/2020	
Hora: 08:09	
COORDENADAS UTM -WGS 84 – ZONA 18M	
Este (m): 338952	
Norte (m): 9693054	
Altitud (m s.n.m): 214	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Punto de muestreo de suelo a nivel superficial ubicado dentro del sitio S0355, a aproximadamente 110 m al este de la plataforma CAPS-02C y a 40 m aproximadamente del botadero km2.
FOTOGRAFÍA N.° 8 **S0355-SU-003-PROF**	
Fecha: 20/10/2020	
Hora: 08:09	
COORDENADAS UTM -WGS 84 – ZONA 18M	
Este (m): 338952	
Norte (m): 9693054	
Altitud (m s.n.m): 214	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Lectura de COV's con el equipo PID (detector de fotoionización) MiniRae 3000 en el punto S0355-SU-003-PROF.

Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	**FICHA FOTOGRÁFICA**

Ejecución de la evaluación ambiental para la identificación del sitio S0355, ubicado en el Lote 192, en el ámbito de la cuenca del río Pastaza

Expediente de Evaluación: 2020-05-025 **Código de acción: 002-9-2020-415**

Distrito	Andoas	Provincia	Datém del Marañón	Departamento	Loreto

FOTOGRAFÍA N.° 9 **S0355-SU-004**	
Fecha: 20/10/2020	
Hora: 08:42	
COORDENADAS UTM -WGS 84 – ZONA 18M	
Este (m): 338943	
Norte (m): 9693053	
Altitud (m s.n.m): 214	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Punto de muestreo de suelo a nivel superficial ubicado dentro del sitio S0355, a aproximadamente 102 m al este de la plataforma CAPS-02C y a 40 m aproximadamente del botadero km2.
FOTOGRAFÍA N.° 10 **S0355-SU-004**	
Fecha: 20/10/2020	
Hora: 08:42	
COORDENADAS UTM -WGS 84 – ZONA 18M	
Este (m): 338943	
Norte (m): 9693053	
Altitud (m s.n.m): 214	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Lectura de COV's con el equipo PID (detector de fotoionización) MiniRae 3000 en el punto S0355-SU-004.

Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	**FICHA FOTOGRÁFICA**

Ejecución de la evaluación ambiental para la identificación del sitio S0355, ubicado en el Lote 192, en el ámbito de la cuenca del río Pastaza

Expediente de Evaluación: 2020-05-025 **Código de acción: 002-9-2020-415**

Distrito	Andoas	Provincia	Datém del Marañón	Departamento	Loreto

FOTOGRAFÍA N.° 11 **S0355-SU-005**	
Fecha: 20/10/2020	
Hora: 10:25	
COORDENADAS UTM -WGS 84 – ZONA 18M	
Este (m): 338920	
Norte (m): 9693081	
Altitud (m s.n.m): 215	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Punto de muestreo de suelo a nivel superficial ubicado a aproximadamente 25 m al noroeste fuera del sitio S0355, a aproximadamente 70 m al este de la plataforma CAPS-02C y a 40 m aproximadamente del botadero km2. (Punto Control)
FOTOGRAFÍA N.° 12 **S0355-SU-005**	
Fecha: 20/10/2020	
Hora: 10:25	
COORDENADAS UTM -WGS 84 – ZONA 18M	
Este (m): 338920	
Norte (m): 9693081	
Altitud (m s.n.m): 215	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Lectura de COV's con el equipo PID (detector de fotoionización) MiniRae 3000 en el punto S0355-SU-005.

Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	**FICHA FOTOGRÁFICA**

Ejecución de la evaluación ambiental para la identificación del sitio S0355, ubicado en el Lote 192, en el ámbito de la cuenca del río Pastaza

Expediente de Evaluación: 2020-05-025 **Código de acción: 002-9-2020-415**

Distrito	Andoas	Provincia	Datém del Marañón	Departamento	Loreto

FOTOGRAFÍA N.° 7 **S0355-SU-DUP1**	
Fecha: 20/10/2020	
Hora: 09:36	
COORDENADAS **UTM -WGS 84 – ZONA 18M**	
Este (m): 338933	
Norte (m): 9693055	
Altitud (m s.n.m): 214	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Punto de muestreo de suelo S0355-SU-DUP1 correspondiente a la muestra S035-SU-001.

ANEXO C

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Ficha de campo

FICHA DE CAMPO-SUELO

EXPEDIENTE DE EVALUACIÓN:	2020-05-059	CÓDIGO DE ACCIÓN:	0002-9-2020-415

Área de nivel de fondo (ANF) ☐	Identificación del sitio / Área de potencial interés (API) X	Fecha
		20/10/2020

Ubicación		
El sitio S0355 se encuentra en el territorio de la comunidad nativa Nuevo Porvenir, a 3,6 km en línea recta al noreste de la comunidad, ubicado al oeste de la plataforma CAPS-02C y al sur del Botadero Km2.	Departamento	Loreto
	Provincia	Datém del Marañón
	Distrito	Andoas
	Cuenca	Pastaza

Uso actual	Paisaje	Pendiente (%)	Microrrelieve	Vegetación
Bosque Natural húmedo	*Colina baja*	*0-2%*	*Plano*	*Arborea y herbáceas*
Litología	**Material parental**	**Pedregosidad superficial (%)**	**Afloramientos rocosos (%)**	**Encostramiento**
Depósito aluvial subcreciente	*Coluvial y Residual*	*0*	*0*	*No se observa*
Erosión	**Drenaje**	**Napa freática**	**Condiciones climáticas**	**Instrumentos/equipos usados**
Ninguna	*Moderado*	*0*	*Soleado*	*Barreno / PID*
Tipo de muestra	**Patrón de muestreo**	**Área evaluada (m²)**	**Numero de submuestras por ANF**	**Profundidad final (m.b.n.s.)**
Simple	*Grilla*	*250*	-	*1,70*

Código	Hora	Coordenadas UTM - WGS 84 Zona:		Altitud m s.n.m.	Profundidad (m) desde-hasta	Olor a hidrocarburo (A/M/B/S)	Lectura de PID	Textura Color Humedad Consistencia Materia orgánica (MO)
		Este (m)	Norte (m)					
S0355-SU-001	09:36	338933	9693055	214	0,80-1,05	M	30.4	Limo - Arcilloso Marrón Grisáceo Mojado Ligeramente Adhesivo MO de baja y alta degradación
S0355-SU-DUP1	09:36	338933	9693055	214	0,80-1,05	M	30.4	Limo - Arcilloso Marrón Grisáceo Mojado Ligeramente Adhesivo MO de baja y alta degradación
S0355-SU-002	09:12	338940	9693060	214	0,80-1,05	M	8.7	Limo - Arcilloso Marrón Grisáceo Mojado Ligeramente Adhesivo MO de baja y alta degradación
S0355-SU-003	07:37	338952	9693054	214	0,80-1,00	M	79.2	Limo - Arcilloso Marrón Grisáceo Mojado Ligeramente Adhesivo MO de baja y alta degradación
S0355-SU-003-PROF	08:09	338952	9693054	214	1,50-1,70	B	22.6	Arcilloso - Limoso Marrón Grisáceo Mojado Ligeramente Plástico (p) MO de baja y alta degradación
S0355-SU-004	08:42	338943	9693053	214	0,85-1,10	M	13.4	Limo - Arcilloso Marrón Grisáceo Húmedo Ligeramente Adhesivo MO de baja y alta degradación
S0355-SU-005	10:25	338920	9693081	215	0,75-1,00	S	18.7	Arcillo - limoso Marrón Grisáceo Húmedo Firme MO de baja y alta degradación

La muestra S0355-SU-DUP1 es el duplicado correspondiente de la muestra S0355-SU-001. La muestra S0355-SU-005 es una muestra control del sitio S0355.		
Responsable del grupo de trabajo	**Marco Antonio Padilla Santoyo**	**Firma:**
Responsable de toma de muestra	**Bryant Pomez Quiroz/ Juan Gamarra Rojas**	**Firma:**

FIRMA DIGITAL

Firmado digitalmente por: POMEZ QUIROZ Bryant O'nell FIR 46872024 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 12/11/2020 10:37:36-0500

FIRMA DIGITAL

Firmado digitalmente por: GAMARRA ROJAS Juan FIR 45150451 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 15/11/2020 07:57:33-0500

ANEXO D

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Cadenas de custodia

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

www.oefa.gob.pe
Dirección de Evaluación

Av. Faustino Sánchez Carrión
N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Teléf.: (511) 204 9900

CADENA DE CUSTODIA - MUESTRAS DE AGUA Y SUELO

DATOS DEL CLIENTE

Nombre o razón social	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
Dirección	Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615 Jesús María, Lima
Personal de contacto	Marco Antonio Padilla Santoyo
Teléfono/Anexo	993227395
Correo(s) Electrónico(s)	mpadilla@oefa.gob.pe
Referencia	

DATOS DEL MUESTREO

TIPO DE MUESTRA (Marcar con X): Líquido ☐ Semisólida ☐ Sólido ☑

UBICACIÓN

Región: Loreto
Provincia: Datem del Marañón
Distrito: Andoas

CÓDIGO DE ACCIÓN N°: 002-9-2020-415
RS/TDR N°: 891-2020

DATOS DEL ENVIO

Enviado por:
Fecha:
Hora:
Medio de Envío:
Aéreo (A) ☐ Fluvial (F) ☐
Terrestre (T) ☐
Otros:

PRESERVANTE QUÍMICO (Marcar con X)

Ácido Nítrico	HNO_3
Ácido Sulfúrico	H_2SO_4
Hidróxido de Sodio	NaOH
Acetato de Zinc	$Zn(CH_3CO_2)_2$
Sulfato de Amonio	$(NH_4)_2SO_4$

CÓDIGO DE LABORATORIO	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	FECHA DE MUESTREO (DD-MM-AAAA)	HORA DE MUESTREO (24 H)	TIPO DE MATRIZ (*)	N° ENVASES P	V	E	Fracción F1	Fracción F2	Fracción F3	Hidrocarburos Totales TPH	Cr VI	BTEX	PAHs	OBSERVACIONES
045791	S0355-SU-001	20-10-2020	09:36	SU	1	1	-	-	✓	✓	✓	✓	-	-	1063275-52
045792	S0355-SU-002	20-10-2020	09:12	SU	1	1	-	-	✓	✓	✓	✓	-	-	
045793	S0355-SU-003	20-10-2020	07:37	SU	1	3	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	1063295-53
045794	S0355-SU-003-PROF	20-10-2020	08:09	SU	1	1	-	-	✓	✓	✓	✓	-	-	
045795	S0355-SU-004	20-10-2020	08:42	SU	1	1	-	-	✓	✓	✓	✓	-	-	1063275-52

OBSERVACIONES GENERALES

Fracción Hidrocarburos F1 (C_6-C_{10})
Fracción Hidrocarburos F2 (>C_{10}-C_{28})
Fracción Hidrocarburos F3 (>C_{28}-C_{40})
Cr VI: Cromo Hexavalente
BTEX: Benceno, Tolueno, Etilbenceno, Xilenos

SAA-20/01236

LÍDER DE EQUIPO / JEFE DE EQUIPO	FIRMA:
Marco A. Padilla Santoyo	
RESPONSABLE 1	FIRMA:
Juan Camarro Rojas	
RESPONSABLE 2	FIRMA:
Bryant Pomez Auroz	

TIPO DE MATRIZ (*)

AGUA (Ref.: NTP 214.042)

Aguas Naturales:
ARR: Agua Superficial de Río
ASL: Agua Superficial de Lago/Laguna
ASBM: Agua Subterránea de Manantial
ASBT: Agua Subterránea Termal
Aguas Residuales:
ARD: Agua Residual Doméstica
ARI: Agua Residual Industrial
Aguas Salinas:
AMAR: Agua de Mar
ARES: Agua de Retroyección
ASAL: Agua Salobre
SAL: Salmuera
Aguas de Proceso:
AP: Agua purificada
ACE: Agua de circulación o enfriamiento

SUELO

SU: Suelo

SEDIMENTO

SED: Sedimento

LODO

LD: Lodo

AGUA

Aguas de Proceso: Cont...
AAC: Agua de alimentación para calderas
AL: Agua de lixiviación
AC: Agua de caldera
AR: Agua de inyección y reinyección

CONTROL DE CALIDAD

BIO: Blanco de Campo
BIEV: Blanco Viajero
DUP: Duplicado
Otros:

TIPO DE ENVASE (**)

P = Plástico
V = Vidrio
E = Esterilizado

SECCIÓN PARA SER REGISTRADA POR EL ÁREA DE RECEPCIÓN DEL LABORATORIO

CONDICIONES DE RECEPCIÓN (MUESTRAS)

	SI	NO
Envases adecuados y en buen estado	✓	
Preservantes adecuados ***	✓	
Refrigerados	✓	
Dentro del plazo de perecibilidad	✓	

***Marcar en caso aplique

CONFORMIDAD DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS

Fecha de Recepción: 28-10-20
Hora de Recepción: 11:00
Recibido por:

OBSERVACIONES

AGQ PERU
28 OCT 2020

BPA-009-SU

CADENA DE CUSTODIA - MUESTRAS DE AGUA Y SUELO

DATOS DEL CLIENTE

Nombre o razón social	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
Dirección	Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615 Jesús María, Lima
Personal de contacto	Marco Antonio Padilla Santoyo
Teléfono/Anexo	993 227 395
Correo(s) Electrónico(s)	mpadilla@oefa.gob.pe
Referencia	

DATOS DEL MUESTREO

TIPO DE MUESTRA (Marcar con X): Líquido ☐ Semisólida ☐ Sólido ☒

UBICACIÓN
- Región: Loreto
- Provincia: Datem del Marañon
- Distrito: Andoas

CÓDIGO DE ACCIÓN N°: 002-9-2020-415
RS/TDR N°: 891-2020

DATOS DEL ENVIO

Enviado por:
Fecha:
Hora:
Medio de Envío:
Aéreo (A) ☐ Fluvial (F) ☐
Terrestre (T) ☐
Otros:

FILTRADA (Marcar con X)

PRESERVANTE QUÍMICO (Marcar con X)

Ácido Nítrico	HNO_3
Ácido Sulfúrico	H_2SO_4
Hidróxido de Sodio	NaOH
Acetato de Zinc	$Zn(CH_3CO_2)_2$
Sulfato de Amonio	$(NH_4)_2SO_4$

MUESTRAS (marcar con una x)

CÓDIGO DE LABORATORIO	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	FECHA DE MUESTREO (DD-MM-AAAA)	HORA DE MUESTREO (24 h)	TIPO DE MATRIZ (*)	N° ENVASES (**) P	V	E	PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y/O BIOLÓGICOS: Fracción F2	Fracción F3	Metales totales	Cr VI	OBSERVACIONES
S20045716	S0355-SU-005	20-10-2020	10:25	SU	1	1	-	✓	✓	✓	✓	1063275-52

Fracción Hidrocarburos F2 (>C10-C28)
Fracción Hidrocarburos F3 (>C28-C40)

OBSERVACIONES GENERALES: Cr VI: Cromo Hexavalente

LÍDER DE EQUIPO / JEFE DE EQUIPO	FIRMA
Marco A. Padilla Santoyo	
RESPONSABLE 1	FIRMA
Juan Camarra Rojas	
RESPONSABLE 2	FIRMA
Bryant Pomez Quiroz	

TIPO DE MATRIZ (*)

AGUA (Ref.: NTP 214.042)

Agua Natural:
ASR: Agua Superficial de Río
ASL: Agua Superficial de Lago/Laguna
ASM: Agua Subterránea de Manantial
AST: Agua Subterránea Termal
Agua Residual:
ARD: Agua Residual Doméstica
ARI: Agua Residual Industrial
Agua Salina:
AMR: Agua de Mar
ARE: Agua de Reinyección
ASAL: Agua Salobre
SAL: Salmuera
Agua de Proceso:
AP: Agua purificada
ACE: Agua de circulación o enfriamiento

SUELO

SU: Suelo

SEDIMENTO

SED: Sedimento

LODO

LD: Lodo

AGUA

Agua de Proceso: Cont...
AAC: Agua de alimentación para calderas
AL: Agua de lavación
AC: Agua de caldera
AR: Agua de inyección y reinyección

CONTROL DE CALIDAD

BAC: Blanco de Campo
BRV: Blanco Viajero
DUP: Duplicado
Otros:

TIPO DE ENVASE (**)

P = Plástico
V = Vidrio
E = Esterilizado

SECCION PARA SER REGISTRADA POR EL ÁREA DE RECEPCIÓN DEL LABORATORIO

CONDICIONES DE RECEPCIÓN (MUESTRAS)

	SI	NO
Envases adecuados y en buen estado	✓	
Preservantes adecuados ***	✓	
Refrigeradas	✓	
Dentro del plazo de perecibilidad	✓	

***Marcar en caso aplique

CONFORMIDAD DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS

Fecha de Recepción: 28-10-20
Hora de Recepción: 11:00
Recibido por: Manuel

OBSERVACIONES

AGQ PERU
28 OCT 2020
OPERACIONES

BP2 - 010 - SU

CADENA DE CUSTODIA - MUESTRAS DE AGUA Y SUELO

DATOS DEL CLIENTE

Nombre o razón social	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
Dirección	Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603, 607 y 615 Jesús María, Lima
Personal de contacto	Marco Antonio Padilla Santoyo
Teléfono/Anexo	993227395
Correo(s) Electrónico(s)	mpadilla@oefa.gob.pe
Referencia	

DATOS DEL MUESTREO

TIPO DE MUESTRA (Marcar con X)

Líquido ☐ Semisólida ☐ Sólido ☑

UBICACIÓN

Región: Loreto

Provincia: Datem del Marañón

Distrito: Andoas

CÓDIGO DE ACCIÓN N°: 002-9-2020-415

RS/TDR N°: 891-2020

DATOS DEL ENVIO

Enviado por:

Fecha:

Hora:

Medio de Envío:

Aéreo (A) ☐ Fluvial (F) ☐

Terrestre (T) ☐

Otros:

CÓDIGO DE LABORATORIO	CÓDIGO DEL PUNTO DE MUESTREO	FECHA DE MUESTREO (DD-MM-AAAA)	HORA DE MUESTREO (24 H)	TIPO DE MATRIZ (*)	N° ENVASES (**) P	V	E	PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y/O BIOLÓGICOS	OBSERVACIONES
2020157797	S0355-SU-DUP1	20-10-2020	09:36	SU	1	--	--	1 Metales totales	1063275-23

FILTRADA (Marcar con X)

PRESERVANTE QUÍMICO (Marcar con X)		
	Ácido Nítrico	HNO_3
	Ácido Sulfúrico	H_2SO_4
	Hidróxido de Sodio	NaOH
	Acetato de Zinc	$Zn(CH_3CO_2)_2$
	Sulfato de Amonio	$(NH_4)_2SO_4$

MUESTRAS (marcar con una x)

OBSERVACIONES GENERALES

LÍDER DE EQUIPO / JEFE DE EQUIPO	FIRMA
Marco A. Padilla Santoyo	
RESPONSABLE 1	FIRMA
Juan Camarro Rojas	
RESPONSABLE 2	FIRMA
Bryant Pomez Ruiz	

TIPO DE MATRIZ (*)

AGUA [Ref : NTP 214.042]

Aguas Naturales:
ASR: Agua Superficial de Río
ASL: Agua Superficial de Lago/Laguna
ASBM: Agua Subterránea de Manantial
ASBT: Agua Subterránea Termal
Aguas Residuales:
ARD: Agua Residual Doméstica
ARI: Agua Residual Industrial
Aguas Salinas:
AMAR: Agua de Mar
ARES: Agua de Reinyección
ASAL: Agua Salobre
SAL: Salmuera
Aguas de Procesos:
AP: Agua purificada
ACE: Agua de circulación o enfriamiento

SUELO

SU: Suelo

SEDIMENTO

SED: Sedimento

LODO

LD: Lodo

AGUA

Aguas de Procesos: Cont...
AAC: Agua de alimentación para calderas
AI: Agua de Inoxación
AC: Agua de caldera
AIR: Agua de inyección y reinyección

CONTROL DE CALIDAD

MBC: Blanco de Campo
MBV: Blanco Viajero
DUP: Duplicado

Otros: _____

TIPO DE ENVASE (**)

P = Plástico
V = Vidrio
E = Esterilizado

SECCION PARA SER REGISTRADA POR EL ÁREA DE RECEPCIÓN DEL LABORATORIO

CONDICIONES DE RECEPCIÓN (MUESTRAS)	SI	NO
Envases adecuados y en buen estado	☑	☐
Preservantes adecuados ***	☑	☐
Refrigeradas	☑	☐
Dentro del plazo de perecibilidad	☑	☐

***Marcar en caso aplique

CONFORMIDAD DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS

Fecha de Recepción: 28-10-20

Hora de Recepción: 11:00

Recibido por: Mario C

OBSERVACIONES

AGQ PERU
28 OCT 2020
OPERACIONES

ANEXO D

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Certificado de Calibración de Equipo

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Certificate of calibration

N°: **LG - 0132020**

Green Group PE S.A.C
Av. Aviación 4210 Surquillo Lima - Perú
www.greengroup.com.pe
Central: 560-6134 / 273-3550

INSTRUMENTO *Equipment*	Detector de gases
FABRICANTE *Manufacturer*	Rae Systems
MODELO *Model*	MiniRAE 3000 PGM-7320
IDENTIFICACIÓN *Identification*	592-912882
SOLICITANTE *Customer*	DENIZARD PAUL RUIZ DEDIOS *Jr. Mantaro 332 - Breña*
FECHA/S DE CALIBRACIÓN *Date/s of calibration*	2020-09-25

Signatario/s autorizado/s *Authorized signatory/ies*	**Fecha de emisión** *Date of issue*
	2020-09-28

. La incertidumbre expandida declarada se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medida por un factor de cobertura k=2 tal que la probabilidad de cobertura sea de aproximadamente el 95%.
. Los resultados emitidos son válidos solo para el instrumento y sensores calibrados, en el momento de la calibración.
. Se recomienda al usuario recalibrar a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base a las características del instrumento.
. La incertidumbre declarada en el presente certificado ha sido estimado siguiendo las directrices de: "Guía para la expresión de la incertidumbre de medida" primera edición, septiembre 2008 CEM.
. Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones, sin firma y sello carecen de validez.
. Este certificado no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

LA IMPRESIÓN DE ESTE CERTIFICADO CONSTITUYE UNA COPIA DEL ORIGINAL EN VERSIÓN ELECTRÓNICA (FIRMA DIGITAL SEGÚN LEY N° 27269 LEY DE FIRMAS Y CERTIFICADOS DIGITALES)

Certificado de Calibración

LG - 0132020

1. DATOS TÉCNICOS DEL INSTRUMENTO.

	Rango de medición	Resolución
Isobutylene	0,1 ppm a 2000 ppm	0,1 ppm

2. MÉTODO DE CALIBRACIÓN.

La calibración se realizó por lecturas del instrumento con gases patrón según "Procedimiento PCG-01 para la calibración de analizadores de gases" Green Group PE S.A.C.

3. LUGAR DE CALIBRACIÓN.

Laboratorio de Gases - Green Group PE

4. CONDICIONES AMBIENTALES.

	Temperatura °C	Humedad relativa % H.R	Presión Atmosférica mbar
Inicial	21,2	58,8	997,2
Final	21,8	59,1	997,3

5. TRAZABILIDAD.

Patrón usado	Código Interno	N° de Cilindro / N° Certificado	F. Vencimiento
Isobutylene	GGP-CG-09.3	FBI-248-100-12	2022-05-31

6. RESULTADOS DE MEDICIÓN.

Lecturas antes del ajuste

	Lectura del instrumento	Concentración del patrón	
Isobutylene	116,2	100,0	ppm

Lecturas de calibración.

Lectura de Isobutylene (VOC)

Lectura del instrumento	Concentración del patrón	Corrección	Incertidumbre
ppm	ppm	ppm	ppm
0	0	0	0,1
99,7	100,0	0,3	2,1

7. OBSERVACIONES.

a) El instrumento se ajustó antes de la calibración.
b) La calibración se inició después de un periodo de atemperamiento y estabilización.
c) Tiempo de estabilización de la lectura es de 3 minutos.
d) Considerar que 1 ppm equivale a 1.10^{-6} mol/mol.

LA IMPRESIÓN DE ESTE CERTIFICADO CONSTITUYE UNA COPIA DEL ORIGINAL EN VERSIÓN ELECTRÓNICA (FIRMA DIGITAL SEGÚN LEY N° 27269 LEY DE FIRMAS Y CERTIFICADOS DIGITALES)

Av. Aviación 4200-4210 - Surquillo Central: 560-6134 / 273-3550 www.greengroup.com.pe

ANEXO G

Reporte de resultados del sitio S0355

Título del estudio	:	Reporte de resultados de suelo en la evaluación ambiental para la identificación del sitio S0355, ubicado en el Lote 192, en el ámbito de la cuenca del río Pastaza, distrito de Andoas, provincia de Datem del Marañón y departamento de Loreto.			
Etapa	:	Ejecución			
Fecha de ejecución	:	20 de octubre de 2020			
Expediente de Evaluación	:	2020-05-059	Código de acción	:	0002-09-2020-415
Tipo de evaluación	:	Programada			
Fecha de aprobación	:	18 de diciembre de 2020	Reporte N°.	:	097-2020-SSIM

1. DATOS GENERALES

a.	Tipo de evaluación	Evaluación ambiental para la identificación de sitios impactados
b.	Distrito	Andoas
c.	Provincia	Datem del Marañón
d.	Departamento	Loreto
e.	Comunidades	Comunidad nativa Nuevo Porvenir
f.	Unidad fiscalizable	Lote 192
g.	Cuenca / Microcuenca	Pastaza / PAS-40
h.	Ámbito de estudio	El sitio S0355 se ubica en el ámbito de la cuenca del río Pastaza, en el territorio de la comunidad nativa Nuevo Porvenir, a 3,6 km en línea recta al noreste de la comunidad.

Profesionales que aportaron a este documento:

Nombres y Apellidos	Profesión	Actividad desarrollada
Bryant O'nell Pomez Quiroz	Ing. Ambiental y Sanitario	Campo y gabinete
Juan Gamarra Rojas	Ing. Ambiental	Campo

2. DATOS DEL MONITOREO

Tipo de evaluación	Programada	X
	No programada	
Matrices evaluadas	Suelo	

3. RESULTADOS

Se presenta en anexos los resultados de campo y los análisis de laboratorio de la matriz de suelos correspondiente a la evaluación ambiental para la identificación del sitio S0355, ubicado en el Lote 192, en el ámbito de la cuenca del río Pastaza, distrito de Andoas, provincia de Datem del Marañón y departamento de Loreto. Además, se presenta los resultados de la comparación con la normativa ambiental vigente, para las matrices agua superficial y suelos; y con normas referenciales para el caso de sedimentos.

4. ANEXOS

Anexo A	**RESULTADOS SUELO**
Anexo A.1	**Resultados de suelo comparados con ECA para suelo 2017**
Tabla A.1.1	Resultados de parámetros orgánicos e inorgánicos comparados con los ECA para suelo 2017
Anexo B	**ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD**
Anexo B.1	**Suelo**
Tabla B.1.1	Resultados duplicados y muestras originales
Anexo C	**INFORMES DE ENSAYO**
Anexo C.1	**Suelo**

Profesionales que aportaron a este documento:

FIRMA DIGITAL
Firmado digitalmente por: LEON ANTUNEZ Milena Jenny FAU 20521286769 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 18/12/2020 13:53:47-0500

FIRMA DIGITAL
Firmado digitalmente por: ENEQUE PUICON Armando Martin FAU 20521286769 soft
Motivo: Doy V° B°
Fecha: 18/12/2020 14:45:17-0500

FIRMA DIGITAL
Firmado digitalmente por: GAMARRA ROJAS Juan FIR 45150451 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 18/12/2020 15:21:15-0500

FIRMA DIGITAL
Firmado digitalmente por: POMEZ QUIROZ Bryant O'nell FIR 46872024 hard
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 18/12/2020 15:27:01-0500

ANEXOS

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Reporte de resultados de suelo en la evaluación ambiental para la identificación del sitio S0355, ubicado en el Lote 192, en el ámbito de la cuenca del río Pastaza, distrito de Andoas, provincia de Datem del Marañón y departamento de Loreto.

ANEXO A

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

RESULTADOS DE SUELO

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

www.oefa.gob.pe
Dirección de Evaluación

Av. Faustino Sánchez Carrión
N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Teléf.: (511) 204 9900

ANEXO A.1

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Resultados de suelo comparados con ECA para suelo 2017

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

www.oefa.gob.pe
Dirección de Evaluación

Av. Faustino Sánchez Carrión
N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Teléf.: (511) 204 9900

Tabla A.1.1 Resultados de parámetros orgánicos e inorgánicos comparados con los ECA para suelo 2017

Parámetros	Unidad	Sitio S0355						Estándares de Calidad Ambiental para Suelo (ECA) D. S. N.° 011-2017-MINAM
		S0355-SU-001	S0355-SU-002	S0355-SU-003	S0355-SU-003-PROF	S0355-SU-004	S0355-SU-005	
		20/10/2020 09:36	20/10/2020 09:12	20/10/2020 07:37	20/10/2020 08.09	20/10/2020 08:42	20/10/2020 10:25	Suelo Agrícola
Inorgánicos								
Cromo Hexavalente	mg/Kg	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	**0,4**
BTEX								
Benceno	mg/kg	-	-	<0,001	-	-	-	**0,03**
Etilbenceno	mg/kg	-	-	<0,001	-	-	-	**0,082**
m,p - Xileno	mg/kg	-	-	<0,001	-	-	-	**-**
o- Xileno	mg/kg	-	-	<0,001	-	-	-	**-**
Tolueno	mg/kg	-	-	<0,001	-	-	-	**0,37**
Xilenos	mg/kg	-	-	<0,001	-	-	-	**11**
Hidrocarburos Totales de Petróleo								
F1 (C_6-C_{10})	mg/Kg	-	-	<0,3	-	-	-	**200**
F2 (>C_{10}-C_{28})	mg/Kg	**25 756**	778	58	367	**2 839**	58,0	**1200**
F3 (>C_{28}-C_{40})	mg/Kg	**16 282**	843	51,0	260	2 014	189	**3000**
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPs)								
Acenafteno	mg/Kg	-	-	-	-	-	-	**-**
Antraceno	mg/Kg	-	-	-	-	-	-	**-**
Benzo (a) antraceno	mg/Kg	-	-	<0,005	-	-	-	**-**
Benzo (a) pireno	mg/Kg	-	-	<0,005	-	-	-	**0,1**
Benzo (b) fluoranteno	mg/Kg	-	-	<0,005	-	-	-	**-**
Benzo (g,h,i) perileno	mg/Kg	-	-	<0,005	-	-	-	**-**
Benzo (k) fluoranteno	mg/Kg	-	-	<0,005	-	-	-	**-**
Criseno	mg/Kg	-	-	<0,005	-	-	-	**-**
Dibenzo (a,h) antraceno	mg/Kg	-	-	<0,0040	-	-	-	**-**
Fenantreno	mg/Kg	-	-	<0,005	-	-	-	**-**
Fluoranteno	mg/Kg	-	-	<0,005	-	-	-	**-**
Fluoreno	mg/Kg	-	-	<0,005	-	-	-	**-**
HAPs (Suma)	mg/Kg	-	-	<0,004	-	-	-	**-**
Indeno (1,2,3-cd) pireno	mg/Kg	-	-	<0,005	-	-	-	**-**
Naftaleno	mg/Kg	-	-	<0,003	-	-	-	**0,1**
Pireno	mg/Kg	-	-	<0,005	-	-	-	**-**
Metales Totales por ICP-OES								
Aluminio Total	mg/Kg	137 981	121 881	142 389	69 645	106 245	88 258	**-**
Antimonio Total	mg/Kg	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	< 0,0030	**-**
Arsénico Total	mg/Kg	1,74	1,97	2,16	1,1	1,51	1,67	**50**
Bario Total	mg/Kg	298,6	385	226	509	301	101,3	**750**
Berilio Total	mg/Kg	0,353	0,496	0,406	0,48	0,475	0,633	**-**
Boro Total	mg/Kg	0,0906	0,0991	0,2891	< 0,0120	0,1592	0,1858	**-**

Parámetros	Unidad	Sitio S0355						Estándares de Calidad Ambiental para Suelo (ECA) D. S. N.° 011-2017-MINAM
		S0355-SU-001	S0355-SU-002	S0355-SU-003	S0355-SU-003-PROF	S0355-SU-004	S0355-SU-005	
		20/10/2020	20/10/2020	20/10/2020	20/10/2020	20/10/2020	20/10/2020	Suelo Agrícola
		09:36	09:12	07:37	08.09	08:42	10:25	
Cadmio Total	mg/Kg	0,01224	0,03933	0,03912	0,07867	0,05777	0,07603	**1,4**
Calcio Total	mg/Kg	102,8	138,1	68,28	38,88	135,8	59,31	-
Cobalto Total	mg/Kg	10,4	55,8	44,2	23,2	76,8	6,342	-
Cobre Total	mg/Kg	55	89	96	70	94	42	-
Cromo Total	mg/Kg	190	212	224	149	179	165	**
Estaño Total	mg/Kg	0,5871	0,635	0,6953	0,4704	0,5667	0,3846	-
Estroncio Total	mg/Kg	7,052	4,773	3,624	2,724	5,307	4,72	-
Fósforo Total	mg/Kg	539	680	948	440	718	230	-
Hierro Total	mg/Kg	71 729	83 368	77 544	71 527	77 789	40 626	-
Litio Total	mg/Kg	7,666	8,476	8,236	3,375	10,84	10,12	-
Magnesio Total	mg/Kg	575	780	668	695	612	363	-
Manganeso Total	mg/Kg	224	2 017	1 167	1 944	1 681	48,4	-
Mercurio Total	mg/Kg	0,103	0,031	< 0,010	< 0,010	0,041	0,099	**6,6**
Molibdeno Total	mg/Kg	0,384	0,302	0,24	0,132	0,483	0,216	-
Níquel Total	mg/Kg	76,7	164	148	160	149	52,3	-
Plata Total	mg/Kg	0,0798	0,0933	0,1089	0,0927	0,0926	0,0719	-
Plomo Total	mg/Kg	27,5	23,4	23,8	17,9	26	17	**70**
Potasio Total	mg/Kg	337	173	250	66	260	168	-
Selenio Total	mg/Kg	0,489	0,556	0,452	0,41	0,517	2,101	-
Sodio Total	mg/Kg	6,5	6,23	< 1,00	< 1,00	< 1,00	< 1,00	-
Talio Total	mg/Kg	0,1269	0,103	0,0496	0,0356	0,119	0,1716	-
Titanio Total	mg/Kg	2 515	5 200	5 030	5 631	4 382	1 520	-
Vanadio Total	mg/Kg	244	269	267	228	245	193	-
Zinc Total	mg/Kg	62	70	68	70	68	49	-

Fuente: Informes de ensayos N.°, SAA-20/01236 y S-20/045796

: Resultados que exceden los valores de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo, según el Decreto Supremo N.° 011-2017-MINAM.

ANEXO B

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

www.oefa.gob.pe
Dirección de Evaluación

Av. Faustino Sánchez Carrión
N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Teléf.: (511) 204 9900

ANEXO B.1

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Suelo

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

www.oefa.gob.pe
Dirección de Evaluación

Av. Faustino Sánchez Carrión
N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Teléf.: (511) 204 9900

Tabla B.1.1 Resultados duplicados y muestras originales

Parámetros	Unidad	Sitio S0355	
		S0355-SU-001	S0355-SU-DUP01
		20/10/2020	20/10/2020
		9:36	9:36
Metales Totales por ICP-OES			
Aluminio Total	mg/Kg	137 981	124 318
Antimonio Total	mg/Kg	< 0,0030	< 0,0030
Arsénico Total	mg/Kg	1,74	1,45
Bario Total	mg/Kg	298,6	317,3
Berilio Total	mg/Kg	0,353	0,327
Boro Total	mg/Kg	0,0906	0,0937
Cadmio Total	mg/Kg	0,01224	0,01089
Calcio Total	mg/Kg	102,8	97,03
Cobalto Total	mg/Kg	10,4	10,9
Cobre Total	mg/Kg	55	52
Cromo Total	mg/Kg	190	186
Estaño Total	mg/Kg	0,5871	0,4961
Estroncio Total	mg/Kg	7,052	6,178
Fósforo Total	mg/Kg	539	470
Hierro Total	mg/Kg	71 729	69 600
Litio Total	mg/Kg	7,666	7,626
Magnesio Total	mg/Kg	575	518
Manganeso Total	mg/Kg	224	195
Mercurio Total	mg/Kg	0,103	0,096
Molibdeno Total	mg/Kg	0,384	0,338
Níquel Total	mg/Kg	76,7	69,6
Plata Total	mg/Kg	0,0798	0,079
Plomo Total	mg/Kg	27,5	25
Potasio Total	mg/Kg	337	281
Selenio Total	mg/Kg	0,489	0,486
Sodio Total	mg/Kg	6,5	6,13
Talio Total	mg/Kg	0,1269	0,1209
Titanio Total	mg/Kg	2 515	2 219
Vanadio Total	mg/Kg	244	236
Zinc Total	mg/Kg	62	60

Fuente: Informes de ensayo N.° SAA-20/01236, S-20/045797

ANEXO C

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

INFORMES DE ENSAYO

ANEXO C.1

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

Suelo

www.oefa.gob.pe
Dirección de Evaluación

Av. Faustino Sánchez Carrión
N° 603, 607 y 615
Jesús María - Lima, Perú
Teléf.: (511) 204 9900

INFORME DE ENSAYO

Tipo Muestra:	**SUELOS**	Registrada en:	AGQ Perú	Cliente(*):	OEFA
Estudio	SAA-20/01236 RS N°891-2020	Centro Análisis:	AGQ Perú	Domicilio (*):	AV. FAUSTINO SANCHEZ CARRIONNRO. 603 - JESUS MARIA LIMA
PNT Muestreo				Cod Cliente (*):	106327
Cliente 3º(*):	----			Contrato:	PE20-0018

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

Jessica Maryan León Aza

Responsable de Área LI - MA

Liliana Dedios Alegria ; CQP 824. Jefe de Lab. Orgánico

FECHA EMISIÓN: 10/11/2020

OBSERVACIONES (*):
Anexo Control de Calidad. CA:0002-9-2020-415.

Los resultados de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.La Incert Exp (U) ha sido reportada con un Factor de Cobertura k= 2, para un nivel de confianza aprox del 95%

INFORME DE ENSAYO

Estudio	SAA-20/01236 RS N°891-2020	Tipo Muestra: SUELOS

RESULTADOS ANALITICOS

Nº de Referencia Descripción(*)		S-20/045791 RS N° 891-2020 / S0355-SU-001	Incert	S-20/045792 RS N° 891-2020 / S0355-SU-002	Incert	S-20/045793 RS N° 891-2020 / S0355-SU-003	Incert	S-20/045794 RS N° 891-2020 / S0355-SU-003- PROF	Incert	S-20/045795 RS N° 891-2020 / S0355-SU-004	Incert
Parámetro	**Unidades**										
Otros Parámetros Físico Químicos											
Cromo Hexavalente	mg/kg PS	< 0,1	-	< 0,1	-	< 0,1	-	< 0,1	-	< 0,1	-
Metales Totales											
Aluminio Total	mg/kg PS	137 981	±5 519	121 881	±4 875	142 389	±5 696	69 645	±2 786	106 245	±4 250
Antimonio Total	mg/kg PS	< 0,0030	-	< 0,0030	-	< 0,0030	-	< 0,0030	-	< 0,0030	-
Arsénico Total	mg/kg PS	1,74	±0,1742	1,97	±0,1970	2,16	±0,2155	1,10	±0,1096	1,51	±0,1514
Bario Total	mg/kg PS	298,6	±20,900	385,0	±26,951	226,0	±15,821	509,0	±35,627	301,0	±21,070
Berilio Total	mg/kg PS	0,353	±0,0317	0,496	±0,0447	0,406	±0,0365	0,480	±0,0432	0,475	±0,0428
Boro Total	mg/kg PS	0,0906	±0,00634	0,0991	±0,00693	0,2891	±0,02024	< 0,0120	-	0,1592	±0,01115
Cadmio Total	mg/kg PS	0,01224	±0,000735	0,03933	±0,002360	0,03912	±0,002347	0,07867	±0,004720	0,05777	±0,003466
Calcio Total	mg/kg PS	102,8	±6,1662	138,1	±8,2840	68,28	±4,0966	38,88	±2,3326	135,8	±8,1471
Cobalto Total	mg/kg PS	10,4	±0,519	55,8	±2,791	44,2	±2,210	23,2	±1,161	76,8	±3,841
Cobre Total	mg/kg PS	55	±6,59	89	±10,7	96	±11,5	70	±8,38	94	±11,3
Cromo Total	mg/kg PS	190	±13,3	212	±14,8	224	±15,7	149	±10,5	179	±12,5
Estaño Total	mg/kg PS	0,5871	±0,04110	0,6350	±0,04445	0,6953	±0,04867	0,4704	±0,03293	0,5667	±0,03967
Estroncio Total	mg/kg PS	7,052	±1,1283	4,773	±0,76372	3,624	±0,57983	2,724	±0,43577	5,307	±0,84913
Fósforo Total	mg/kg PS	539	±48	680	±61	948	±85	440	±40	718	±65
Hierro Total	mg/kg PS	71 729	±2 869	83 368	±3 335	77 544	±3 102	71 527	±2 861	77 789	±3 112
Litio Total	mg/kg PS	7,666	±0,53663	8,476	±0,59332	8,236	±0,57650	3,375	±0,23628	10,84	±0,75871
Magnesio Total	mg/kg PS	575	±23,0	780	±31,2	668	±26,7	695	±27,8	612	±24,5
Manganeso Total	mg/kg PS	224	±15,71	2 017	±141,2	1 167	±81,67	1 944	±136,1	1 681	±117,7
Mercurio Total	mg/kg PS	0,103	±0,0154	0,031	±0,0046	< 0,010	-	< 0,010	-	0,041	±0,0061
Molibdeno Total	mg/kg PS	0,384	±0,035	0,302	±0,027	0,240	±0,022	0,132	±0,012	0,483	±0,043
Níquel Total	mg/kg PS	76,7	±6,139	164	±13,14	148	±11,84	160	±12,80	149	±11,89
Plata Total	mg/kg PS	0,0798	±0,01516	0,0933	±0,01773	0,1089	±0,02068	0,0927	±0,01762	0,0926	±0,01759
Plomo Total	mg/kg PS	27,5	±4,406	23,4	±3,740	23,8	±3,801	17,9	±2,869	26,0	±4,164
Potasio Total	mg/kg PS	337	±24	173	±12	250	±18	66	±4,6	260	±18
Selenio Total	mg/kg PS	0,489	±0,059	0,556	±0,067	0,452	±0,054	0,410	±0,049	0,517	±0,062
Sodio Total	mg/kg PS	6,50	±0,3902	6,23	±0,3741	< 1,00	-	< 1,00	-	< 1,00	-
Talio Total	mg/kg PS	0,1269	±0,01269	0,1030	±0,01030	0,0496	±0,00496	0,0356	±0,00356	0,1190	±0,01190
Titanio Total	mg/kg PS	2 515	±402	5 200	±832	5 030	±805	5 631	±901	4 382	±701
Vanadio Total	mg/kg PS	244	±20	269	±22	267	±21	228	±18	245	±20
Zinc Total	mg/kg PS	62	±5,58	70	±6,30	68	±6,08	70	±6,34	68	±6,16
Hidrocarburos											
Hidrocarburos Totales >C10-C28	mg/kg PS	25 756	±5 151	778	±156	58,0	±11,6	367	±73,4	2 839	±568
Hidrocarburos Totales >C28-C40	mg/kg PS	16 282	±4 559	843	±236	51,0	±14,3	260	±72,8	2 014	±564
Hidrocarburos Totales C6-C10	mg/kg PS					< 0,3	-				
HAPs											
Acenafteno	mg/kg PS					< 0,005	-				
Antraceno	mg/kg PS					< 0,005	-				

Los resultados de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.La Incert Exp (U) ha sido reportada con un Factor de Cobertura k= 2, para un nivel de confianza aprox del 95%

INFORME DE ENSAYO

Estudio	SAA-20/01236 RS N°891-2020	Tipo Muestra:	SUELOS

RESULTADOS ANALITICOS

Nº de Referencia Descripción(*)		S-20/045791 RS N° 891-2020 / S0355-SU-001	Incert	S-20/045792 RS N° 891-2020 / S0355-SU-002	Incert	S-20/045793 RS N° 891-2020 / S0355-SU-003	Incert	S-20/045794 RS N° 891-2020 / S0355-SU-003- PROF	Incert	S-20/045795 RS N° 891-2020 / S0355-SU-004	Incert
Parámetro	**Unidades**										
HAPs											
Benzo (a) antraceno	mg/kg PS					< 0,005	-				
Benzo (a) pireno	mg/kg PS					< 0,005	-				
Benzo (b) fluoranteno	mg/kg PS					< 0,005	-				
Benzo (g,h,i) perileno	mg/kg PS					< 0,005	-				
Benzo (k) fluoranteno	mg/kg PS					< 0,005	-				
Criseno	mg/kg PS					< 0,005	-				
Dibenzo (a,h) antraceno	mg/kg PS					< 0,0040	-				
Fenantreno	mg/kg PS					< 0,005	-				
Fluoranteno	mg/kg PS					< 0,005	-				
Fluoreno	mg/kg PS					< 0,005	-				
HAPs (Suma)	mg/kg PS					< 0,004	-				
Indeno (1,2,3-cd) pireno	mg/kg PS					< 0,005	-				
Naftaleno	mg/kg PS					< 0,003	-				
Pireno	mg/kg PS					< 0,005	-				
BTEX											
Benceno	mg/kg PS					< 0,01	-				
Etilbenceno	mg/kg PS					< 0,01	-				
m,p-Xileno	mg/kg PS					< 0,01	-				
o-Xileno	mg/kg PS					< 0,01	-				
Suma BTEX	mg/kg PS					< 0,01	-				
Tolueno	mg/kg PS					< 0,01	-				
Xilenos	mg/kg PS					< 0,01	-				

Nota: Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. AGQ nc se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, asociada a la toma de muestras y a otros datos descriptivos, marcados con (*). A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. La Incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC).
(13) Ensayo cubierto por la Acreditación nº TL-502 emitida por IAS.
(&) Ensayo No cubierto por la Acreditación nº TL-502 emitida por IAS.

Los resultados de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.La Incert Exp (U) ha sido reportada con un Factor de Cobertura k= 2, para un nivel de confianza aprox del 95%

Estudio	SAA-20/01236 RS N°891-2020	Tipo Muestra:	SUELOS

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim Cuantif/ Detec (1)
Otros Parámetros Fisico Químicos				
Cromo Hexavalente	PP-205 Rev.6 2018	Espect ICP-OES		0,1 mg/kg PS
Metales Totales				
Aluminio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,1600 mg/kg PS
Antimonio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,0030 mg/kg PS
Arsénico Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,010 mg/kg PS
Bario Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,0230 mg/kg PS
Berilio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,006 mg/kg PS
Boro Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,0120 mg/kg PS
Cadmio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,00080 mg/kg PS
Calcio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		10,00 mg/kg PS
Cobalto Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,008 mg/kg PS
Cobre Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,03 mg/kg PS
Cromo Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,008 mg/kg PS
Estaño Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,0060 mg/kg PS
Estroncio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,0020 mg/kg PS
Fósforo Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,6 mg/kg PS

Los resultados de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.La Incert Exp (U) ha sido reportada con un Factor de Cobertura k= 2, para un nivel de confianza aprox del 95%

Estudio	SAA-20/01236 RS N°891-2020	Tipo Muestra:	SUELOS

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim Cuantif/ Detec (1)
Hierro Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,01 mg/kg PS
Litio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,0160 mg/kg PS
Magnesio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,30 mg/kg PS
Manganeso Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		1,00 mg/kg PS
Mercurio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,010 mg/kg PS
Molibdeno Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,002 mg/kg PS
Níquel Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,020 mg/kg PS
Plata Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,0020 mg/kg PS
Plomo Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,002 mg/kg PS
Potasio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		10 mg/kg PS
Selenio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,006 mg/kg PS
Sodio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		1,00 mg/kg PS
Talio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,0030 mg/kg PS
Titanio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,05 mg/kg PS
Vanadio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,2 mg/kg PS
Zinc Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,14 mg/kg PS

Los resultados de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.La Incert Exp (U) ha sido reportada con un Factor de Cobertura k= 2, para un nivel de confianza aprox del 95%

Estudio	SAA-20/01236 RS N°891-2020	Tipo Muestra:	SUELOS

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim Cuantif/ Detec (1)
Hidrocarburos				
Hidrocarburos Totales >C10-C28	EPA Method 8015C. Rev.3 (2007)	Cromat CG FID		5,00 mg/kg PS
Hidrocarburos Totales >C28-C40	EPA Method 8015C. Rev.3 (2007)	Cromat CG FID		5,00 mg/kg PS
Hidrocarburos Totales C6-C10	EPA Method 8015C. Rev.3 (2007)	Cromat CG FID HS		0,3 mg/kg PS
HAPs				
Acenafteno	EPA Method 8270D Rev.4 (2007)	Cromatog CG/MS-MS		0,005 mg/kg PS
Antraceno	EPA Method 8270D Rev.4 (2007)	Cromatog CG/MS-MS		0,005 mg/kg PS
Benzo (a) antraceno	EPA Method 8270D Rev.4 (2007)	Cromatog CG/MS-MS		0,005 mg/kg PS
Benzo (a) pireno	EPA Method 8270D Rev.4 (2007)	Cromatog CG/MS-MS		0,005 mg/kg PS
Benzo (b) fluoranteno	EPA Method 8270D Rev.4 (2007)	Cromatog CG/MS-MS		0,005 mg/kg PS
Benzo (g,h,i) perileno	EPA Method 8270D Rev.4 (2007)	Cromatog CG/MS-MS		0,005 mg/kg PS
Benzo (k) fluoranteno	EPA Method 8270D Rev.4 (2007)	Cromatog CG/MS-MS		0,005 mg/kg PS
Criseno	EPA Method 8270D Rev.4 (2007)	Cromatog CG/MS-MS		0,005 mg/kg PS
Dibenzo (a,h) antraceno	EPA Method 8270D Rev.4 (2007)	Cromatog CG/MS-MS		0,0040 mg/kg PS
Fenantreno	EPA Method 8270D Rev.4 (2007)	Cromatog CG/MS-MS		0,005 mg/kg PS
Fluoranteno	EPA Method 8270D Rev.4 (2007)	Cromatog CG/MS-MS		0,005 mg/kg PS
Fluoreno	EPA Method 8270D Rev.4 (2007)	Cromatog CG/MS-MS		0,005 mg/kg PS
HAPs (Suma)	EPA Method 8270D Rev.4 (2007)	Cromatog CG/MS-MS		0,004 mg/kg PS
Indeno (1,2,3-cd) pireno	EPA Method 8270D Rev.4 (2007)	Cromatog CG/MS-MS		0,005 mg/kg PS
Naftaleno	EPA Method 8270D Rev.4 (2007)	Cromatog CG/MS-MS		0,003 mg/kg PS
Pireno	EPA Method 8270D Rev.4 (2007)	Cromatog CG/MS-MS		0,005 mg/kg PS
BTEX				
Benceno	EPA Method 8260C Rev.3 (2006)	Cromatog CG/MS		0,01 mg/kg PS
Etilbenceno	EPA Method 8260C Rev.3 (2006)	Cromatog CG/MS		0,01 mg/kg PS
m,p-Xileno	EPA Method 8260C Rev.3 (2006)	Cromatog CG/MS		0,01 mg/kg PS
o-Xileno	EPA Method 8260C Rev.3 (2006)	Cromatog CG/MS		0,01 mg/kg PS
Suma BTEX	EPA Method 8260C Rev.3 (2006)	Cromatog CG/MS		0,01 mg/kg PS
Tolueno	EPA Method 8260C Rev.3 (2006)	Cromatog CG/MS		0,01 mg/kg PS
Xilenos	EPA Method 8260C Rev.3 (2006)	Cromatog CG/MS		0,01 mg/kg PS

Los resultados de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.La Incert Exp (U) ha sido reportada con un Factor de Cobertura k= 2, para un nivel de confianza aprox del 95%

Estudio	SAA-20/01236 RS N°891-2020	Tipo Muestra:	SUELOS

Nota: Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, asociada a la toma de muestras y a otros datos descriptivos, marcados con (*). A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. La Incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC).

(1) El Lim Cuantif es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim Detecc es el valor a partir del cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos).Para los parámetros de Radioactividad es el AMD

(13) Ensayo cubierto por la Acreditación nº TL-502 emitida por IAS.

(&) Ensayo No cubierto por la Acreditación nº TL-502 emitida por IAS.

INFORME DE ENSAYO

Estudio	SAA-20/01236 RS N°891-2020	Tipo Muestra:	SUELOS

MUESTRAS

	Punto de Muestreo	Fecha/Hora Muestreo	Lugar de Muestreo	Coordenadas x,y	Fecha Inicio	Fecha Recepción	Análisis	Muestreado por
S-20/045791	S0355-SU-001	20/10/2020 09:36	LORETO - DATEM DEL MARAÑÓN - ANDOAS		29/10/2020	28/10/2020	1063275-52	Cliente (*)
S-20/045792	S0355-SU-002	20/10/2020 09:12	LORETO - DATEM DEL MARAÑÓN - ANDOAS		29/10/2020	28/10/2020	1063275-52	Cliente (*)
S-20/045793	S0355-SU-003	20/10/2020 07:37	LORETO - DATEM DEL MARAÑÓN - ANDOAS		29/10/2020	28/10/2020	1063275-53	Cliente (*)
S-20/045794	S0355-SU-003-PROF	20/10/2020 08:09	LORETO - DATEM DEL MARAÑÓN - ANDOAS		29/10/2020	28/10/2020	1063275-52	Cliente (*)
S-20/045795	S0355-SU-004	20/10/2020 08:42	LORETO - DATEM DEL MARAÑÓN - ANDOAS		29/10/2020	28/10/2020	1063275-52	Cliente (*)

Los parámetros marcados con asterisco (*) no estan incluidos en el Alcance de Acreditación.

Los resultados de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.La Incert Exp (U) ha sido reportada con un Factor de Cobertura k= 2, para un nivel de confianza aprox del 95%

ANEXO CONTROL DE CALIDAD 2020110607474827

Informes de ensayo: S-20/045772, S-20/045773, S-20/045774, S-20/045775, S-20/045776, S-20/045777, S-20/045778, S-20/045779, S-20/045781, S-20/045783, S-20/045785, S-20/045786, S-20/045787, S-20/045788, S-20/045789, S-20/045791, S-20/045792, S-20/045794, S-20/045795, S-20/045796

AT: 1063275-52

Fecha Emisión: 6/11/2020

			Controles				Criterio de Aceptación		
Técnica	Parámetro AT	Unidad	Blanco	Muestra Control (%R)	Muestra Doble (%PDR)	Referencia (Muestra Doble)	Blanco	Control	Duplicado
Espect ICP-OES									
	Cromo Hexavalente	mg/kg PS	<LC	99.6	2.0	S-20/045783	<LC	80 a 120	<20
Espect ICP-MS									
	Aluminio Total	mg/kg PS	<LC	103.1	1.0	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Antimonio Total	mg/kg PS	<LC	93.5	16.3	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Arsénico Total	mg/kg PS	<LC	96.6	2.5	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Bario Total	mg/kg PS	<LC	100.0	2.3	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Berilio Total	mg/kg PS	<LC	97.8	1.4	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Boro Total	mg/kg PS	<LC	97.5	4.7	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Cadmio Total	mg/kg PS	<LC	96.2	5.3	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Calcio Total	mg/kg PS	<LC	95.4	6.3	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Cobalto Total	mg/kg PS	<LC	109.4	0.6	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Cobre Total	mg/kg PS	<LC	90.2	0.5	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Cromo Total	mg/kg PS	<LC	94.8	1.4	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Estaño Total	mg/kg PS	<LC	99.6	0.0	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Estroncio Total	mg/kg PS	<LC	94.9	1.2	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Fósforo Total	mg/kg PS	<LC	96.7	6.2	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Hierro Total	mg/kg PS	<LC	103.3	0.4	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Litio Total	mg/kg PS	<LC	107.3	4.1	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Magnesio Total	mg/kg PS	<LC	100.8	1.2	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Manganeso Total	mg/kg PS	<LC	96.1	7.2	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Mercurio Total	mg/kg PS	<LC	97.8	1.5	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Molibdeno Total	mg/kg PS	<LC	102.4	1.0	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Níquel Total	mg/kg PS	<LC	101.1	1.2	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Plata Total	mg/kg PS	<LC	97.4	2.9	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Plomo Total	mg/kg PS	<LC	94.8	1.1	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Potasio Total	mg/kg PS	<LC	96.8	1.9	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Selenio Total	mg/kg PS	<LC	92.6	2.4	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Sodio Total	mg/kg PS	<LC	88.4	0.1	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Talio Total	mg/kg PS	<LC	98.6	3.7	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Titanio Total	mg/kg PS	<LC	100.0	0.7	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Vanadio Total	mg/kg PS	<LC	93.8	4.3	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Zinc Total Suelos	mg/kg PS	<LC	109.8	2.1	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
Cromat CG FID									
	Hidrocarburos Totales >C10-C28	mg/kg PS	<LC	109.0	0.0	S-20/045776	<LC	70 a 130	<30
	Hidrocarburos Totales >C28-C40	mg/kg PS	<LC	98.0	0.0	S-20/045776	<LC	70 a 130	<30

ANEXO CONTROL DE CALIDAD 2020110607441682

Informes de ensayo: S-20/045677, S-20/045684, S-20/045690, S-20/045698, S-20/045704, S-20/045719, S-20/045728, S-20/045729, S-20/045732, S-20/045733, S-20/045734, S-20/045738, S-20/045739, S-20/045741, S-20/045780, S-20/045784, S-20/045793, S-20/045804, S-20/045869, S-20/045872

AT: 1063275-53

Fecha Emisión: 6/11/2020

			Controles				Criterio de Aceptación		
Técnica	Parámetro AT	Unidad	Blanco	Muestra Control (%R)	Muestra Doble (%PDR)	Referencia (Muestra Doble)	Blanco	Control	Duplicado
Espect ICP-OES									
	Cromo Hexavalente	mg/kg PS	<LC	90.521	0.2541	S-20/045734	<LC	80 a 120	<20
Espect ICP-MS									
	Aluminio Total	mg/kg PS	<LC	81.72	9.13	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Antimonio Total	mg/kg PS	<LC	92.15	2.27	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Arsénico Total	mg/kg PS	<LC	106.70	3.32	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Bario Total	mg/kg PS	<LC	109.10	1.67	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Berilio Total	mg/kg PS	<LC	92.11	0.47	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Boro Total	mg/kg PS	<LC	100.67	0.83	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Cadmio Total	mg/kg PS	<LC	92.65	12.28	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Calcio Total	mg/kg PS	<LC	96.40	1.62	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Cobalto Total	mg/kg PS	<LC	89.60	1.56	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Cobre Total	mg/kg PS	<LC	81.14	0.78	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Cromo Total	mg/kg PS	<LC	106.61	1.52	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Estaño Total	mg/kg PS	<LC	103.42	0.72	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Estroncio Total	mg/kg PS	<LC	93.72	4.67	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Fósforo Total	mg/kg PS	<LC	107.04	0.81	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Hierro Total	mg/kg PS	<LC	88.68	1.74	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Litio Total	mg/kg PS	<LC	90.66	1.19	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Magnesio Total	mg/kg PS	<LC	114.61	1.28	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Manganeso Total	mg/kg PS	<LC	86.04	1.08	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Mercurio Total	mg/kg PS	<LC	81.04	3.74	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Molibdeno Total	mg/kg PS	<LC	90.10	0.52	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Níquel Total	mg/kg PS	<LC	94.26	2.72	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Plata Total	mg/kg PS	<LC	110.03	0.61	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Plomo Total	mg/kg PS	<LC	91.21	1.38	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Potasio Total	mg/kg PS	<LC	102.59	1.33	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Selenio Total	mg/kg PS	<LC	97.12	2.24	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Sodio Total	mg/kg PS	<LC	92.92	0.68	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Talio Total	mg/kg PS	<LC	90.07	2.87	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Titanio Total	mg/kg PS	<LC	86.61	0.88	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Vanadio Total	mg/kg PS	<LC	109.23	2.02	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Zinc Total Suelos	mg/kg PS	<LC	108.22	0.73	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
Cromatog CG/MS-MS									
	Acenafteno	mg/kg PS	<LC	93.5	0.0	S-20/045698	<LC	70 a 130	<30
	Antraceno	mg/kg PS	<LC	113.5	0.0	S-20/045698	<LC	70 a 130	<30
	Benzo (a) antraceno	mg/kg PS	<LC	117.0	0.0	S-20/045698	<LC	70 a 130	<30
	Benzo (a) pireno	mg/kg PS	<LC	108.0	0.0	S-20/045698	<LC	70 a 130	<30
	Benzo (b) fluoranteno	mg/kg PS	<LC	84.0	0.0	S-20/045698	<LC	70 a 130	<30
	Benzo (g,h,i) perileno	mg/kg PS	<LC	126.5	0.0	S-20/045698	<LC	70 a 130	<30
	Benzo (k) fluoranteno	mg/kg PS	<LC	106.5	0.0	S-20/045698	<LC	70 a 130	<30
	Criseno	mg/kg PS	<LC	107.5	0.0	S-20/045698	<LC	70 a 130	<30
	Dibenzo (a,h) antraceno	mg/kg PS	<LC	114.0	0.0	S-20/045698	<LC	70 a 130	<30
	Fenantreno	mg/kg PS	<LC	125.5	6.3	S-20/045698	<LC	70 a 130	<30
	Fluoranteno	mg/kg PS	<LC	122.0	0.0	S-20/045698	<LC	70 a 130	<30
	Fluoreno	mg/kg PS	<LC	88.0	1.1	S-20/045698	<LC	70 a 130	<30
	Indeno (1,2,3-c,d) pireno	mg/kg PS	<LC	81.0	0.0	S-20/045698	<LC	70 a 130	<30
	Naftaleno	mg/kg PS	<LC	106.0	0.0	S-20/045698	<LC	70 a 130	<30
	Pireno	mg/kg PS	<LC	127.0	0.0	S-20/045698	<LC	70 a 130	<30
Cromatog CG/MS									
	Benceno	mg/kg PS	<LC	79.0	0.0	S-20/045732	<LC	70 a 130	<30
	Etilbenceno	mg/kg PS	<LC	95.0	0.0	S-20/045732	<LC	70 a 130	<30
	m,p-Xileno	mg/kg PS	<LC	105.0	0.0	S-20/045732	<LC	70 a 130	<30
	o-Xileno	mg/kg PS	<LC	116.0	0.0	S-20/045732	<LC	70 a 130	<30
	Tolueno	mg/kg PS	<LC	95.0	0.0	S-20/045732	<LC	70 a 130	<30
Cromat CG FID HS									
	Hidrocarburos Totales C6-C10	mg/kg PS	<LC	89.0	0.0	S-20/045578	<LC	70 a 130	<30
Cromat CG FID									
	Hidrocarburos Totales >C10-C28	mg/kg PS	<LC	92.0	2.6	S-20/045686	<LC	70 a 130	<30
	Hidrocarburos Totales >C28-C40	mg/kg PS	<LC	77.0	9.1	S-20/045686	<LC	70 a 130	<30

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	**S-20/045796**	Registrada en:	AGQ Perú	Cliente(*):	OEFA
Análisis:	106327S-52	Centro Análisis:	AGQ Perú	Domicilio (*):	AV. FAUSTINO SANCHEZ CARRIONNRO. 603 - JESUS MARIA
Tipo Muestra:	SUELOS	Fecha Recepción:	28/10/2020	Contrato:	PE20-0018
Fecha Inicio:	29/10/2020	Fecha Fin:	09/11/2020	Cliente 3º(*):	----
Descripción(*):	RS N° 891-2020 / S0355-SU-005				

Fecha/Hora Muestreo:	20/10/2020 10:25	Muestreado por:	Cliente (*)
Lugar de Muestreo:	LORETO - DATEM DEL MARAÑÓN - ANDOAS		
Punto de Muestreo:	S0355-SU-005		

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

Jessica Maryan León Aza
Responsable de Área LI - MA

Liliana Dedios Alegria ; CQP 824. Jefe de Lab. Orgánico

FECHA EMISIÓN: 09/11/2020

OBSERVACIONES (*):
Anexo Control de Calidad. CA:0002-9-2020-415

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	S-20/045796	Tipo Muestra:	SUELOS
Descripción(*):	RS N° 891-2020 / S0355-SU-005	Fecha Fin:	09/11/2020

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	CMA
Otros Parámetros Físico Químicos				
Cromo Hexavalente	< 0,1	mg/kg PS	-	
Metales Totales				
Aluminio Total	88 258	mg/kg PS	±3 530	
Antimonio Total	< 0,0030	mg/kg PS	-	
Arsénico Total	1,67	mg/kg PS	±0,1666	
Bario Total	101,3	mg/kg PS	±7,0936	
Berilio Total	0,633	mg/kg PS	±0,0570	
Boro Total	0,1858	mg/kg PS	±0,01301	
Cadmio Total	0,07603	mg/kg PS	±0,004562	
Calcio Total	59,31	mg/kg PS	±3,5584	
Cobalto Total	6,342	mg/kg PS	±0,317	
Cobre Total	42	mg/kg PS	±5,02	
Cromo Total	165	mg/kg PS	±11,5	
Estaño Total	0,3846	mg/kg PS	±0,02692	
Estroncio Total	4,720	mg/kg PS	±0,75526	
Fósforo Total	230	mg/kg PS	±21	
Hierro Total	40 626	mg/kg PS	±1 625	
Litio Total	10,12	mg/kg PS	±0,70835	
Magnesio Total	363	mg/kg PS	±14,5	
Manganeso Total	48,4	mg/kg PS	±3,391	
Mercurio Total	0,099	mg/kg PS	±0,0149	
Molibdeno Total	0,216	mg/kg PS	±0,019	
Níquel Total	52,3	mg/kg PS	±4,186	
Plata Total	0,0719	mg/kg PS	±0,01366	
Plomo Total	17,0	mg/kg PS	±2,723	
Potasio Total	168	mg/kg PS	±12	
Selenio Total	2,101	mg/kg PS	±0,252	
Sodio Total	< 1,00	mg/kg PS	-	
Talio Total	0,1716	mg/kg PS	±0,01716	
Titanio Total	1 520	mg/kg PS	±243	
Vanadio Total	193	mg/kg PS	±15	
Zinc Total	49	mg/kg PS	±4,39	
Hidrocarburos				
Hidrocarburos Totales >C10-C28	58,0	mg/kg PS	±11,6	
Hidrocarburos Totales >C28-C40	189	mg/kg PS	±52,9	

Nota: Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, asociada a la toma de muestras y a otros datos descriptivos, marcados con (*). A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. La Incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC).
(13) Ensayo cubierto por la Acreditación nº TL-502 emitida por IAS.
(&) Ensayo No cubierto por la Acreditación nº TL-502 emitida por IAS.

Nº de Referencia: S-20/045796
Descripción(*): RS N° 891-2020 / S0355-SU-005
Tipo Muestra: SUELOS
Fecha Fin: 09/11/2020

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim Cuantif/ Detec (1)
Otros Parámetros Fisico Químicos				
Cromo Hexavalente	PP-205 Rev.6 2018	Espect ICP-OES		0,1 mg/kg PS
Metales Totales				
Aluminio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,1600 mg/kg PS
Antimonio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,0030 mg/kg PS
Arsénico Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,010 mg/kg PS
Bario Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,0230 mg/kg PS
Berilio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,006 mg/kg PS
Boro Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,0120 mg/kg PS
Cadmio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,00080 mg/kg PS
Calcio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		10,00 mg/kg PS
Cobalto Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,008 mg/kg PS
Cobre Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,03 mg/kg PS
Cromo Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,008 mg/kg PS
Estaño Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,0060 mg/kg PS
Estroncio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,0020 mg/kg PS
Fósforo Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,6 mg/kg PS
Hierro Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,01 mg/kg PS

(1) El Lim Cuantif es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim Detecc es el valor a partir del cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos).Para los parámetros de Radioactividad es el AMD

Nº de Referencia:	S-20/045796	Tipo Muestra:	SUELOS
Descripción(*):	RS N° 891-2020 / S0355-SU-005	Fecha Fin:	09/11/2020

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim Cuantif/ Detec (1)
Metales Totales				
Litio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,0160 mg/kg PS
Magnesio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,30 mg/kg PS
Manganeso Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		1,00 mg/kg PS
Mercurio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,010 mg/kg PS
Molibdeno Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,002 mg/kg PS
Niquel Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,020 mg/kg PS
Plata Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,0020 mg/kg PS
Plomo Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,002 mg/kg PS
Potasio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		10 mg/kg PS
Selenio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,006 mg/kg PS
Sodio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		1,00 mg/kg PS
Talio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,0030 mg/kg PS
Titanio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,05 mg/kg PS
Vanadio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,2 mg/kg PS
Zinc Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,14 mg/kg PS
Hidrocarburos				
Hidrocarburos Totales >C10-C28	EPA Method 8015C. Rev.3 (2007)	Cromat CG FID		5,00 mg/kg PS
Hidrocarburos Totales >C28-C40	EPA Method 8015C. Rev.3 (2007)	Cromat CG FID		5,00 mg/kg PS

[1] El Lim Cuantif es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim Detecc es el valor a partir del cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos).Para los parámetros de Radioactividad es el AMD

Nº de Referencia:	S-20/045796	Tipo Muestra:	SUELOS
Descripción(*):	RS N° 891-2020 / S0355-SU-005	Fecha Fin:	09/11/2020

Los parámetros marcados con asterisco (*) no estan incluidos en el Alcance de Acreditación.

(1) El Lim Cuantif es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim Detecc es el valor a partir del cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos).Para los parámetros de Radioactividad es el AMD

Nº de Referencia:	S-20/045796	Tipo Muestra:	SUELOS
Descripción(*):	RS N° 891-2020 / S0355-SU-005	Fecha Fin:	09/11/2020

Los resultados de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.La Incert Exp (U) ha sido reportada con un Factor de Cobertura k= 2, para un nivel de confianza aprox del 95%

(1) El Lim Cuantif es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim Detecc es el valor a partir del cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos).Para los parámetros de Radioactividad es el AMD

ANEXO CONTROL DE CALIDAD 2020110607474827

Informes de ensayo: S-20/045772, S-20/045773, S-20/045774, S-20/045775, S-20/045776, S-20/045777, S-20/045778, S-20/045779, S-20/045781, S-20/045783, S-20/045785, S-20/045786, S-20/045787, S-20/045788, S-20/045789, S-20/045791, S-20/045792, S-20/045794, S-20/045795, S-20/045796

AT: 1063275-52

Fecha Emisión: 6/11/2020

			Controles				Criterio de Aceptación		
Técnica	Parámetro AT	Unidad	Blanco	Muestra Control (%R)	Muestra Doble (%PDR)	Referencia (Muestra Doble)	Blanco	Control	Duplicado
Espect ICP-OES									
	Cromo Hexavalente	mg/kg PS	<LC	99.6	2.0	S-20/045783	<LC	80 a 120	<20
Espect ICP-MS									
	Aluminio Total	mg/kg PS	<LC	103.1	1.0	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Antimonio Total	mg/kg PS	<LC	93.5	16.3	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Arsénico Total	mg/kg PS	<LC	96.6	2.5	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Bario Total	mg/kg PS	<LC	100.0	2.3	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Berilio Total	mg/kg PS	<LC	97.8	1.4	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Boro Total	mg/kg PS	<LC	97.5	4.7	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Cadmio Total	mg/kg PS	<LC	96.2	5.3	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Calcio Total	mg/kg PS	<LC	95.4	6.3	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Cobalto Total	mg/kg PS	<LC	109.4	0.6	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Cobre Total	mg/kg PS	<LC	90.2	0.5	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Cromo Total	mg/kg PS	<LC	94.8	1.4	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Estaño Total	mg/kg PS	<LC	99.6	0.0	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Estroncio Total	mg/kg PS	<LC	94.9	1.2	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Fósforo Total	mg/kg PS	<LC	96.7	6.2	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Hierro Total	mg/kg PS	<LC	103.3	0.4	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Litio Total	mg/kg PS	<LC	107.3	4.1	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Magnesio Total	mg/kg PS	<LC	100.8	1.2	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Manganeso Total	mg/kg PS	<LC	96.1	7.2	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Mercurio Total	mg/kg PS	<LC	97.8	1.5	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Molibdeno Total	mg/kg PS	<LC	102.4	1.0	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	NÍquel Total	mg/kg PS	<LC	101.1	1.2	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Plata Total	mg/kg PS	<LC	97.4	2.9	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Plomo Total	mg/kg PS	<LC	94.8	1.1	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Potasio Total	mg/kg PS	<LC	96.8	1.9	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Selenio Total	mg/kg PS	<LC	92.6	2.4	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Sodio Total	mg/kg PS	<LC	88.4	0.1	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Talio Total	mg/kg PS	<LC	98.6	3.7	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Titanio Total	mg/kg PS	<LC	100.0	0.7	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Vanadio Total	mg/kg PS	<LC	93.8	4.3	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
	Zinc Total Suelos	mg/kg PS	<LC	109.8	2.1	S-20/045783	<LC	70 a 130	<30
Cromat CG FID									
	Hidrocarburos Totales >C10-C28	mg/kg PS	<LC	109.0	0.0	S-20/045776	<LC	70 a 130	<30
	Hidrocarburos Totales >C28-C40	mg/kg PS	<LC	98.0	0.0	S-20/045776	<LC	70 a 130	<30

INFORME DE ENSAYO

Nº de Referencia:	**S-20/045797**	Registrada en:	AGQ Perú	Cliente(*):	OEFA
Análisis:	106327S-23	Centro Análisis:	AGQ Perú	Domicilio (*):	AV. FAUSTINO SANCHEZ CARRIONNRO. 603 - JESUS MARIA
Tipo Muestra:	SUELOS	Fecha Recepción:	28/10/2020	Contrato:	PE20-0018
Fecha Inicio:	02/11/2020	Fecha Fin:	09/11/2020	Cliente 3º(*):	----
Descripción(*):	RS N° 891-2020 / S0355-SU-DUP1				

Fecha/Hora Muestreo:	20/10/2020 09:36	Muestreado por:	Cliente (*)
Lugar de Muestreo:	LORETO - DATEM DEL MARAÑÓN - ANDOAS		
Punto de Muestreo:	S0355-SU-DUP1		

A continuación se exponen el Informe de Ensayo y Anexo Técnico asociados a la muestra, en los cuales se pueden consultar toda la información relacionada con los ensayos realizados.

Los Resultados emitidos en este informe, no han sido corregidos con factores de recuperación. Siguiendo el protocolo recogido en nuestro manual de calidad, AGQ guardará bajo condiciones controladas la muestra durante un periodo determinado después de la finalización del análisis. Una vez transcurrido este periodo, la muestra será eliminada. Si desea información adicional o cualquier aclaración, no dude en ponerse en contacto con nosotros.

Jessica Maryan León Aza
Responsable de Área LI - MA

FECHA EMISIÓN: 09/11/2020

OBSERVACIONES (*):
Anexo Control de Calidad. CA:0002-9-2020-415

Nº de Referencia:	S-20/045797	Tipo Muestra:	SUELOS
Descripción(*):	RS N° 891-2020 / S0355-SU-DUP1	Fecha Fin:	09/11/2020

RESULTADOS ANALITICOS

Parámetro	Resultado	Unidades	Incert	CMA
Metales Totales				
Aluminio Total	124 318	mg/kg PS	±4 973	
Antimonio Total	< 0,0030	mg/kg PS	-	
Arsénico Total	1,45	mg/kg PS	±0,1447	
Bario Total	317,3	mg/kg PS	±22,210	
Berilio Total	0,327	mg/kg PS	±0,0294	
Boro Total	0,0937	mg/kg PS	±0,00656	
Cadmio Total	0,01089	mg/kg PS	±0,000653	
Calcio Total	97,03	mg/kg PS	±5,8215	
Cobalto Total	10,9	mg/kg PS	±0,546	
Cobre Total	52	mg/kg PS	±6,26	
Cromo Total	186	mg/kg PS	±13,0	
Estaño Total	0,4961	mg/kg PS	±0,03473	
Estroncio Total	6,178	mg/kg PS	±0,98850	
Fósforo Total	470	mg/kg PS	±42	
Hierro Total	69 600	mg/kg PS	±2 784	
Litio Total	7,626	mg/kg PS	±0,53384	
Magnesio Total	518	mg/kg PS	±20,7	
Manganeso Total	195	mg/kg PS	±13,67	
Mercurio Total	0,096	mg/kg PS	±0,0143	
Molibdeno Total	0,338	mg/kg PS	±0,030	
Níquel Total	69,6	mg/kg PS	±5,566	
Plata Total	0,0790	mg/kg PS	±0,01500	
Plomo Total	25,0	mg/kg PS	±4,007	
Potasio Total	281	mg/kg PS	±20	
Selenio Total	0,486	mg/kg PS	±0,058	
Sodio Total	6,13	mg/kg PS	±0,3680	
Talio Total	0,1209	mg/kg PS	±0,01209	
Titanio Total	2 219	mg/kg PS	±355	
Vanadio Total	236	mg/kg PS	±19	
Zinc Total	60	mg/kg PS	±5,43	

Nota: Los Resultados de este informe solo afectan a la muestra tal como es recibida en el laboratorio. Queda prohibida la reproducción parcial de este informe sin la aprobación por escrito del laboratorio. Las incertidumbres de los parámetros acreditados están calculadas y a disposición del cliente. AGQ no se hace responsable de la información proporcionada por el cliente, asociada a la toma de muestras y a otros datos descriptivos, marcados con (*). A: Ensayo subcontratado y acreditado. N: Ensayo subcontratado y no acreditado. RE: Recuento en placa estimado. La Incertidumbre aplicada al resultado no aplica para valores menores al Límite de Cuantificación (LC).
(13) Ensayo cubierto por la Acreditación nº TL-502 emitida por IAS.
(&) Ensayo No cubierto por la Acreditación nº TL-502 emitida por IAS.

Nº de Referencia: S-20/045797
Descripción(*): RS N° 891-2020 / S0355-SU-DUP1
Tipo Muestra: SUELOS
Fecha Fin: 09/11/2020

ANEXO TECNICO

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim Cuantif/ Detec (1)
Metales Totales				
Aluminio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,1600 mg/kg PS
Antimonio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,0030 mg/kg PS
Arsénico Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,010 mg/kg PS
Bario Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,0230 mg/kg PS
Berilio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,006 mg/kg PS
Boro Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,0120 mg/kg PS
Cadmio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,00080 mg/kg PS
Calcio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		10,00 mg/kg PS
Cobalto Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,008 mg/kg PS
Cobre Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,03 mg/kg PS
Cromo Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,008 mg/kg PS
Estaño Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,0060 mg/kg PS
Estroncio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,0020 mg/kg PS
Fósforo Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,6 mg/kg PS
Hierro Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,01 mg/kg PS
Litio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,0160 mg/kg PS

(1) El Lim Cuantif es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim Detecc es el valor a partir del cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos).Para los parámetros de Radioactividad es el AMD

Nº de Referencia:	S-20/045797	Tipo Muestra:	SUELOS
Descripción(*):	RS N° 891-2020 / S0355-SU-DUP1	Fecha Fin:	09/11/2020

Parámetro	PNT	Técnica	Ref. Norma.	Lim Cuantif/ Detec (1)
Metales Totales				
Magnesio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,30 mg/kg PS
Manganeso Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		1,00 mg/kg PS
Mercurio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,010 mg/kg PS
Molibdeno Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,002 mg/kg PS
Niquel Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,020 mg/kg PS
Plata Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,0020 mg/kg PS
Plomo Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,002 mg/kg PS
Potasio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		10 mg/kg PS
Selenio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,006 mg/kg PS
Sodio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		1,00 mg/kg PS
Talio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014)	Espect ICP-MS		0,0030 mg/kg PS
Titanio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,05 mg/kg PS
Vanadio Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,2 mg/kg PS
Zinc Total	EPA Method 3050B Rev.2 (1996) / EPA Method 6020B Rev.2 (2014) VAL	Espect ICP-MS		0,14 mg/kg PS

(1) El Lim Cuantif es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim Detecc es el valor a partir del cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos).Para los parámetros de Radioactividad es el AMD

Los parámetros marcados con asterisco (*) no estan incluidos en el Alcance de Acreditación.

Nº de Referencia:	S-20/045797	Tipo Muestra:	SUELOS
Descripción(*):	RS N° 891-2020 / S0355-SU-DUP1	Fecha Fin:	09/11/2020

Los resultados de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como un certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.La Incert Exp (U) ha sido reportada con un Factor de Cobertura k= 2, para un nivel de confianza aprox del 95%

(1) El Lim Cuantif es el valor a partir del cual cuantificamos. El Lim Detecc es el valor a partir del cual detectamos (aplica a ensayos cualitativos).Para los parámetros de Radioactividad es el AMD

ANEXO CONTROL DE CALIDAD 2020110607530323

Informes de ensayo: S-20/045681, S-20/045688, S-20/045716, S-20/045717, S-20/045724, S-20/045731, S-20/045752, S-20/045782, S-20/045790, S-20/045797, S-20/045814, S-20/045885, S-20/045886, S-20/045901
AT: 1063275-23
Fecha Emisión: 6/11/2020

			Controles				Criterio de Aceptación		
Técnica	Parámetro AT	Unidad	Blanco	Muestra Control (%R)	Muestra Doble (%PDR)	Referencia (Muestra Doble)	Blanco	Control	Duplicado
Espect ICP-MS									
	Aluminio Total	mg/kg PS	<LC	81.72	9.13	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Antimonio Total	mg/kg PS	<LC	92.15	2.27	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Arsénico Total	mg/kg PS	<LC	106.70	3.32	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Bario Total	mg/kg PS	<LC	109.10	1.67	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Berilio Total	mg/kg PS	<LC	92.11	0.47	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Boro Total	mg/kg PS	<LC	100.67	0.83	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Cadmio Total	mg/kg PS	<LC	92.65	12.28	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Calcio Total	mg/kg PS	<LC	96.40	1.62	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Cobalto Total	mg/kg PS	<LC	89.60	1.56	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Cobre Total	mg/kg PS	<LC	81.14	0.78	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Cromo Total	mg/kg PS	<LC	106.61	1.52	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Estaño Total	mg/kg PS	<LC	103.42	0.72	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Estroncio Total	mg/kg PS	<LC	93.72	4.67	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Fósforo Total	mg/kg PS	<LC	107.04	0.81	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Hierro Total	mg/kg PS	<LC	88.68	1.74	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Litio Total	mg/kg PS	<LC	90.66	1.19	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Magnesio Total	mg/kg PS	<LC	114.61	1.28	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Manganeso Total	mg/kg PS	<LC	86.04	1.08	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Mercurio Total	mg/kg PS	<LC	81.04	3.74	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Molibdeno Total	mg/kg PS	<LC	90.10	0.52	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Níquel Total	mg/kg PS	<LC	94.26	2.72	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Plata Total	mg/kg PS	<LC	110.03	0.61	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Plomo Total	mg/kg PS	<LC	91.21	1.38	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Potasio Total	mg/kg PS	<LC	102.59	1.33	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Selenio Total	mg/kg PS	<LC	97.12	2.24	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Sodio Total	mg/kg PS	<LC	92.92	0.68	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Talio Total	mg/kg PS	<LC	90.07	2.87	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Titanio Total	mg/kg PS	<LC	86.61	0.88	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Vanadio Total	mg/kg PS	<LC	109.23	2.02	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30
	Zinc Total Suelos	mg/kg PS	<LC	108.22	0.73	S-20/045682	<LC	70 a 130	<30

ANEXO H

Ficha para la estimación del nivel de riesgo del sitio S0355

FICHA PARA LA ESTIMACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO

Versión: 02-08-2017 **Fecha actualización ficha: 26/12/2020**

CODIGO SITIO:	S0355	NOMBRE POPULAR:	No aplica

PERSONAL QUE PARTICIPA EN EL LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN HISTORICA (EN GABINETE)

BRYANT O'NELL POMEZ QUIROZ, Tercero Evaluador, ISAIAS QUISPE QUEVEDO, Tercero Evaluador

PERSONAL QUE PARTICIPA EN EL LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DE CAMPO

Reconocimiento: LUIS JONATHAN CASTRO MANDAMIENTO, Tercero Evaluador, ALDO CABRERA BERROCAL, Tercero Evaluador
Ejecución de muestreos: BRYANT O'NELL POMEZ QUIROZ, Tercero Evaluador, JUAN GAMARRA ROJAS, Tercero Evaluador

PERSONAL QUE PARTICIPA EN LA INFORMACION POST - CAMPO

Ficha de reconocimiento: LUIS JONATHAN CASTRO MANDAMIENTO, Tercero Evaluador, ALDO CABRERA BERROCAL, Tercero Evaluador; RAUL TUPAYACHI TRUJILLO, Tercero Evaluador
Elaboración de Plan de Evaluación Ambiental: DIANA PIERINA CARREÑO REYES, Tercero Evaluador; RAUL TUPAYACHI TRUJILLO, Tercero Evaluador; MILENA JENNY LEÓN ANTÚNEZ, Coordinadora de Sitios Impactados; ARMANDO MARTÍN ENEQUE PUICÓN, Ejecutivo de la Subdirección de Stios Impactados.
Reporte de Campo: BRYANT O'NELL POMEZ QUIROZ, Tercero Evaluador, JUAN GAMARRA ROJAS, Tercero Evaluador , MILENA JENNY LEÓN ANTÚNEZ, Coordinadora de Sitios Impactados; ARMANDO MARTÍN ENEQUE PUICÓN, Ejecutivo de la Subdirección de Stios Impactados.
Reportes de Resultados: BRYANT O'NELL POMEZ QUIROZ, Tercero Evaluador, JUAN GAMARRA ROJAS, Tercero Evaluador , MILENA JENNY LEÓN ANTÚNEZ, Coordinadora de Sitios Impactados; ARMANDO MARTÍN ENEQUE PUICÓN, Ejecutivo de la Subdirección de Stios Impactados.
Elaboración de IISI: BRYANT O'NELL POMEZ QUIROZ; ISAIAS QUISPE QUEVEDO, Tercero Evaluador; Tercero Evaluador, MARCO ANTONIO PADILLA SANTOYO, Especialista de Sitios Impactados; TINO NUÑEZ, Especialista de Sitios Impactados, MILENA JENNY LEÓN ANTÚNEZ, Coordinadora de Sitios Impactados; ARMANDO MARTÍN ENEQUE PUICÓN, Ejecutivo de la Subdirección de Stios Impactados.

FECHA DE EVALUACION DE CAMPO:	**Reconocimiento:** 01 de marzo de 2020. **Toma de muestras ambientales:** 20 de octubre de 2020.

UBICACIÓN DEL SITIO		DESCRIPCIÓN GENERAL	
LOCALIDAD	Nuevo Porvenir	ESTADO DEL TIEMPO DURANTE LA EVALUACION:	Durante las actividades de muestreo estuvo soleado, no se registraron precipitaciones.
DISTRITO	Andoas		
PROVINCIA	Datem del Marañon		
REGION	Loreto	PROMEDIO DE PRECIPITACION PLUVIAL LOCAL ANUAL (fuente).	La precipitación mensual varía entre 179 y 290 mm con un promedio total de 2730,2 mm al año (estación Teniente López). Tomado del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) Sísmica 3D en Capahuari Norte-Sur, Tambo Este y Jíbaro Nor Este - Jibarito Lote 1AB, aprobado mediante Resolución Directoral N.º 303-2011-MEM/AAE, página 4.1.4-15
CUENCA	Pastaza		

PUNTOS DEL POLIGONO DEL SITIO IMPACTADO (Coordenadas UTM, WGS84)

	ESTE	NORTE	ALTITUD (m.s.n.m.)		ESTE	NORTE	ALTITUD (m.s.n.m.)	ZONA
A)	338955	9693050	238	K)	338945	9693050	238	18 Sur
B)	338940	9693051	238	L)	338931,023	9693052,6	237	PRECISION (m)
C)	338931	9693059	237	M)	338937	9693062	237	No aplica, en la medida que los puntos del polígono han sido tomadas de la imagen satelital del Google Earth, en gabinete.
D)	338947	9693061	237	N)	338958	9693057	238	AREA PRELIMINAR DEL SITIO (m^2)
								246

DESCRIPCION TOPOGRAFICA DEL TERRENO

Cota superior (msnm)	238 (tomado de Google Earth)	Cota inferior (msnm):	237 (tomado de Google Earth)
Distancia entre la cota superior e inferior (m)	20		
Otra información relevante (pendientes)	El sitio S0355, presenta una zona baja de pendiente plana (0 % - 2 %), .El sitio S0355, de acuerdo al Mapa Nacional de Ecosistemas del Perú , se encuentra ubicado en un área de bosque de terraza no inundable; sin embargo, de acuerdo a lo observado en campo, el sitio se ubica en un bosque de colina baja.		

INUNDABILIDAD Y ESTACIONALIDAD DEL SITIO

Describir si existen áreas permanentemente o estacionalmente inundadas	El sitio S0355 presenta áreas inundables permanentemente, debido a que el muestreo de suelos se realizó sobre una zona donde se apreció una modificación de la zona producto de una excavación (posible zona de poza de lodos de perforación).
Existe posibilidad de que en épocas de lluvias las cochas sean comunicantes u otro tipo de movilización estacional? (describir)	En el sitio S0355, no se observó cochas.

ACCESOS y CONDICIONES del SITIO (descripción de accesos, posibilidad de establecer campamentos, logística necesaria, etc.)

Descripción de accesos (vía terrestre, navegable, aérea) y logística necesaria	Para acceder al sitio S0355, se puede llegar via terrestre desde la localidad de Nuevo Andoas debido a la existencia de una red de caminos afirmados. En este caso el tiempo aproximado desde Andoas hasta el sitio S0355 en camioneta es de aproximadamente 20 minutos (distancia aproximada 9,2 km). Asimimo, toma un tiempo de 2 horas realizando una caminata desde la comunidad de Nuevo Porvenir hasta el sitio y desde la vivienda a la altura de la tranquera del Km 2 de la trocha carrozable que conecta la batería Capahuari Norte con Andoas, toma un tiempo de aproximadamente 5 minutos.
Posibilidad de establecer campamento (describir)	Específicamente en el sitio S0355, sí es posible establecer un campamento en la parte alta de la misma zona. Asimismo, a a 3,6 km (en línea recta) suroeste del sitio, se encuentra la comunidad de Nuevo Andoas, donde se tienen las facilidades de alojamiento necesarias.
Cuerpo de agua superficial más cercano al sitio. ¿Tiene algún uso específico?.	En el entorno del sitio S0355, a aproximadamente 375 m al noroeste, se encuentra una quebrada (338639E, 9693295N)

INFORMACIÓN DEL CENTRO POBLADO MÁS CERCANO AL SITIO

Nombre	Comunidad nativa Nuevo Porvenir	Nº POBLADORES	240 habitantes (ETI ex Lote 1AB)

Coordenadas centro poblado (UTM,	ESTE	NORTE	PRECISION (m)	ZONA	ALTITUD (m.s.n.m.)	DISTANCIA AL SITIO (km)	OBSERVACIÓN

WGS84)	336330	9690197	-	18 Sur	225	3,6 (lineal)	Nuevo Porvenir

Nombre	Vivienda a la altura de la tranquera del Km 2 de la trocha carrozable que conecta la batería Capahuari Norte con Andoas	**Nº POBLADORES**	20 habitantes (fuente propia)

Coordenadas centro poblado (UTM, WGS84)	ESTE	NORTE	PRECISION (m)	ZONA	ALTITUD (m.s.n.m.)	DISTANCIA AL SITIO (km)	OBSERVACIÓN
	338574	9693221	-	18 Sur	225	3,6 (lineal)	Nuevo Porvenir

Posibilidad de contratar mano de obra no especializada de la comunidad	Si existe la posibilidad de contratar mano de obra local no especializada de dichas comunidades.

Fuentes de aprovisionamiento de aguas para la comunidad (ubicación pozos de agua de subterránea y cursos superficiales explotables):

Cuerpo de agua con algún tipo de uso más cercano al sitio (nombre y distancia)	El cuerpo de agua más cercano al sitio que se conoce es una quebrada sin nombre, a 375 m al noroeste del sitio en la coordenada 338639, 9693295, se conoce que sirve de zona de recreación de niños.	**Pozo de agua subterránea más cercano al sitio (nombre y distancia)**	No se encontró información de pozo de agua subterránea en los alrededores cercanos al sitio S0355, en un radio de 200 m. Asimismo, el centro poblado de Nuevo Porvenir y los pozos que allí se usan se encuentran a más de 2 km.
Cuerpo de agua para pesca más cercano al sitio (nombre y distancia)	El cuerpo de agua mas cercano para pesca es el Río Pastaza que se encuentra a 3,9 km al suroeste del sitio.(Coordenadas referenciales Este: 336264, Norte: 9690080)	**Cuerpo de agua para consumo humano más cercano al sitio (nombre y distancia)**	El río Pastaza, el cual es usado para consumo humano previo tratamiento. La comunidad nativa Nuevo Porvenir cubre su consumo de agua a través de un sistema de abastecimiento de agua potable cuyo punto de captación se encuentra en el río Pastaza (coordenadas 336262 E / 9690135 N) ubicados a aproximadamente 3,66 km al suroeste del sitio S0355. Cabe mencionar que los puntos de captación de agua se encuentran en otra microcuenca distinta a la del sitio S0355, por lo que no se ubican aguas abajo del mismo. Por otro lado existe un punto cercano a una pequeña quebrada donde las personas de la Vivienda Titiyacu se abastecen de agua para lavado de ropa y baño (Coordenadas referenciales Este:

Áreas de cultivo o de recolección de frutos y plantas próximas al sitio (distancia y ubicación)	Las áreas de cultivo más cercanas se encuentran en los alrededores de las comunidades Titiyacu, Nuevo Porvenir, Nuevo Andoas, etc. La más próxima se encuentra a 11,2 km de distancia en linea directa (coordenadas 335794 E / 9691276 N).
Otra información relevante sobre centro poblado	La mayoría de la población de la comunidad Titiyacu y Nuevo Porvenir se dedica a los trabajos de cultivo, a trabajos de pesca, caza y recolección.

ACTIVIDADES ACTUALES E HISTÓRICAS

¿Sitio dentro de operación petrolera? (especificar)	El sitio S0355 no se encuentra dentro de áreas de operación petrolera.Sin embargo, adyacente y al noreste del sitio se encuentra la Plataforma 02, que contiene al Pozo CAPS-02C, que se encuentra como estado PC segun el documento Estado de los pozos de la Carta N.° GGRL-TERI-GFBD-080-2019, remitido por Perupetro al OEFA el 14 de junio de 2019. Tambien se pudo apreciar a aproximadamente 40 m (cruzando la trocha), en dirección este del sitio, se encuentra el Botadero km 2 (Sitio S0104) que se encuentra con plan de rehabilitación por parte del Fondo Nacional del Ambiente (FONAM).
Actividad histórica en el sitio y último titular. Describir antecedentes (ubicación plataformas, instalaciones, etc.)	El sitio S0355 se encuentra en el ambito geográfico establecido en el contrato de Servicio del Lote 192, siendo su actual operador temporal la empresa Frontera Energy del Perú S.A (antes, Pacific Stratus Energy del Perú S.A.). No se tienen antecedentes históricos ni evindencia de campo que se haya desarrollado actiividades económicas en el el sitio S0355, al parecer siempre ha sido zona de bosque, sin embargo, a unos 85 m se encuentra la Plataforma 02 que alberga al pozo CAPS-02, cuyos trabajos para su perforación datan del agosto de 1983. Asimismo, los comuneros que trabajaron como personal de apoyo comentaron que en el sitio se realizó una zona de excavación como posible poza de lodos de perforación.
¿Se tiene información histórica (IGA's, IISC u otros estudios) referentes al sitio? Detallar	Ninguno.
¿Existen denuncias vinculadas al sitio?, ¿existen reportes de afectación a la salud humana derivados del uso del sitio?.	No existen reportes de afectación a la salud humana derivados del sitio S0355; tampoco denuncias registradas en el SINADA; sin embargo mediante un Acta de reunion de reconocimiento en la comunidad nativa Nuevo Porvenir, acerca de la verificación en una zona de excavación como una posible poza de lodos de perforación en el sitio S0355, que se encuentra vinculado a la referencia con código R003871.

DESCRIPCIÓN DEL SITIO

Estado del ecosistema (formaciones vegetales indicadoras de posible afectación o suelo removido, líneas de Hc en vegetación, presencia de manchas en fauna o flora, etc.).	En cuanto a lo observado no se evidenció afectación por hidrocarburos en la flora (manchas a diferentes alturas); asimismo, durante el reconocimiento y ejecución del muestreo en campo, no se evidenció presencia de animales vertebrados mayores dentro del sitio S0355.
¿Existen condiciones inseguras? Describir (potencial colapso, presencia de estructuras en superficie, desniveles, áreas con suelo no compactado o taludes)	En cuanto lo observado en campo, no se evidenció instalaciones mal abandonadas.
Detallar observaciones organolépticas, resultados de hincado, u otras evidencias de afectación.	Durante las actividades realizadas en campo se evidenció olor por presencia de hidrocarburos en el componente ambiental suelo; además se observó iridiscencia y películas ligeramente oleosas en suelos saturados.
Detallar las observaciones de campo adicionales si las hubiera.	Ninguna.

DESCRIPCION DE FOCOS PRIMARIOS (Pozos abandonados, instalaciones mal abandonadas, efluentes, emisiones, residuos, etc.)

	Foco activo	Foco no activo	Información descriptiva
A) Pozos petrolero	-	-	Dentro del sitio, no se ha observado pozos petroleros; asimismo no se tiene informacón historica de la instalación de un pozo petrolero dentro del area del sitio S0355. Sin embargo, aledaño al sitio: se identificó la Plataforma 02 que contiene al Pozo "CAPS-02C", pendiente arriba. Cabe mencionar que el pozo se encuentra en estado PC (Pozo cerrado), perforado en el año 1973 segun la Carta N.° GGRL-TERI-GFBD-080-2019.
B) Derrames superficiales	-	-	Dentro del sitio, no se ha observado instalaciones que pudieran provocar derrame superficiales y no se tiene documentación histórica al respecto. Asimismo, en los alrededores del sitio no se ha observado ninguna instalacion que pudiera provocar derrames superficiales y no se tiene información y/o documentación histórica al respecto.
C) Presencia de aguas de formación	-	-	Dentro del sitio, no se ha observado instalaciones que pudieran provocar aguas de formación y no se tiene documentación histórica al respecto. Asimismo, en los alrededores del sitio no se ha observado ninguna instalacion que pudiera provocar aguas de formación y no se tiene información y/o documentación histórica al respecto.

D) Enterramientos con potencial contaminante.	-	-	Dentro del sitio, se observó una excavación el cual se presume es un posible enterramiento de suelos contaminados con hidrocarburos en el sitio y no se tiene la documentación histórica al respecto.		
E) Enterramientos sin potencial contaminante.	-	-	No se observó ni se tiene documentos historicos al respecto.		
F) Presencia de residuos en superficie lixiviables (describir) - incluye estructuras metálicas	-	-	No se observó ni se tiene documentos historicos al respecto.		
G) Presencia de elementos corto punzantes en el sitio	-	-	No se observaron elementos corto punzantes en el sitio S0355		
H) Presencia de sustancias inflamables	-	-	No se evidenció.	**Valor LEL:**	N.A.
I) Descargas de aguas a cuerpos superficiales	-	-	No se observó descargas de aguas a cuerpos superficiales.		
J) Otros	-	-	Ninguno.		
Detallar las observaciones de campo adicionales si las hubiera	Ninguno.				

DESCRIPCION DE FOCOS SECUNDARIOS

Medio afectado	Descripción		Estimación de Área potencialmente afectada (m^2)	Estimación de Profundidad (m)
A) SUELO AFECTADO	De la evaluación realizada al sitio S0355 se ha encontrado muestras que presentan concentraciones de Fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y F3 (>C28-C40) que exceden el ECA de suelo agrícola Decreto Supremo N.° 011-2017-MINAM. Se evaluó un área de 246 m2 y con los resultados del muestreo y un modelo de dispersión de concentración de contaminantes se ha estimado un área contaminanda de 141 m2.		Área evaluada: 246 m^2 Área contaminada: 141 m2	1,70
	Mediciones de COV's (ppm) mediante ensayo *Head-Space:*	Valores entre 8,7 a 79,2 ppm		
B) AGUA SUBTERRANEA AFECTADA	Para el sitio S0355, no se evaluó el componente agua subterránea.		-	-
C) CUERPO DE AGUA SUPERFICIAL AFECTADO LOTICO (RIO) O LENTICO (COCHAS, LAGUNAS CERRADAS)	Para el sitio S0355, no se evaluó el componente agua superficial, ya que no se observó cuerpos de agua en el sitio.		-	-
D) SE OBSERVA AFECTACION EN SEDIMENTOS DE LOS CUERPOS DE AGUA:	Para el sitio S0355, no se evaluó el componente sedimento, ya que no se observó cuerpos de agua en el sitio.		-	-
E) FLORA Y FAUNA AFECTADA.	En cuanto a lo observado no se evidenció afectación por hidrocarburos en la flora (manchas a diferentes alturas, muerte de individuos, etc). Durante el reconocimiento y evaluacion de campo, no se evidenció presencia de vertebrados mayores en el sitio S0355. Cabe señalar que el sitio corresponde a una zona de excavación (posible poza de lodos de perforación). Asimismo el EIA sismica 3D en capahuari norte sur, tambo este y jibarito nor este - jibarito norte lote 1AB. Evaluó el recurso forestal en capahuari norte, concluyendo que los bosques de colinas altas, colinas mixtas y colinas bajas tipo I, albergan los volúmenes más altos de madera en pie, categorizados como bosques de categoría excelente. Además, de registrar un total de 279 especies de aves, 71 especies de mamíferos pertenecientes a 23 familias y 10 órdenes taxonómicos.121 especies de anfibios y reptiles. Concluyendo que los bosques de collinas altas y bosque de terrazas mixtas presentan una sencibilidad biológica alta debido a que alberga la mayor diversidad de especies de fauna. Los bosques de colinas bajas, de lomadas mixtas y bosques secundarios resultaron con un nivel de sencibilidad baja. Dentro del area de estudio se registro un total de nueve especies de vegetación consideradas de proteccion nacional según el Decreto Supremo No 043-2006-AG, especies forestales por legislación internacional a Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza – IUCN, Especies de Fauna que se encuentran consideradas bajo alguna categoría de conservación nacional, por la legislación peruana a través del Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA, D.S. 034-2004-AG) del Ministerio de Agricultura. Estas especies pertenecen a las familias Atelidae, Felidae y Tapiridae. Especial atención merece una especie, el "maquisapa cenizo" Ateles belzebuth.		-	----------
DETALLAR LAS OBSERVACIONES DE CAMPO SI LAS HUBIERA	Ninguna.			

Parámetro	Suelo (mg/kg)		Sedimento (mg/kg)		Agua superficial (mg/l)		Agua subterránea (mg/l)		Otra información relevante (observaciones organolépticas, resultados de hincados, etc.)
	Cantidad muestras	Valor max o UCL95	Cantidad muestras	Valor max o UCL95	Cantidad muestras	Valor max o UCL95	Cantidad muestras	Valor max o UCL95	
TPH-F1	1	<0,3	-	-	-	-	-	-	Durante las actividades de campo se evidenció organolpéticamente indicios de afectación por presencia de hidrocarburos (olor) en el componentes suelo
TPH-F2	5	25756	-	-	-	-	-	-	
TPH-F3	5	16282	-	-	-	-	-	-	
TPH	-	-	-	-	-	-	-	-	
Bario	5	298,6	-	-	-	-	-	-	Profundidad estimada o confirmada de la napa (m). Indicar si hay variaciones estacionales.
Bario extraible	0	-	-	-	-	-	-	-	
Bario total real	0	-	-	-	-	-	-	-	
Arsénico	5	2,16	-	-	-	-	-	-	
Cadmio	5	0,07867	-	-	-	-	-	-	
Cromo	5	224	-	-	-	-	-	-	No fue evaluado en campo, por lo que se desconoce la profundidad de la napa freática en el sitio S0355
Cromo VI	5	<0,1	-	-	-	-	-	-	
Mercurio	5	0,103	-	-	-	-	-	-	
Plomo	5	27,5	-	-	-	-	-	-	
Zinc	5	70	-	-	-	-	-	-	
Benceno	1	<0,001	-	-	-	-	-	-	
Tolueno	1	<0,001	-	-	-	-	-	-	
Etilbenceno	1	<0,001	-	-	-	-	-	-	
Xilenos	1	<0,001	-	-	-	-	-	-	
Naftaleno	1	<0,03	-	-	-	-	-	-	
Benzo(a)pireno	1	<0,05	-	-	-	-	-	-	

Detallar parámetros que superaron el ECA o norma de referencia, e indicar en qué medios	Del muestreo de suelos realizado el 20 de octubre de 2020, se tiene que se ha encontrado dos muestras con valores para los parámetros de Fracción de Hidrocarburos F2(>C10-C28) y Fracción Hidrocarburos F3 (C28-C40) han superado el ECA para suelo de uso agrícola establecido en la norma Decreto Supremo N.° 011-2017-MINAM.

Detallar fuente de los resultados analíticos (Informe de ensayo / informe de OEFA)	Resultados de Informes de Ensayo de la muestras tomadas por OEFA: **Muestreo de suelos:** Informe de ensayo N.° S-20/045797 (duplicado), SAA-20/01236 y S-20/045796 del laboratorio AGQ Perú S.A.C. (RS N.° 891-2020)

CARACTERISTICAS LITOLÓGICAS Y DE RECUBRIMIENTO
Describir litología suelo superficial y si hay o no recubrimiento vegetal y/o de impermeabilización con losa, pavimento, geomembrana…
Recubrimiento: Sobre la superficie del suelo se encuentra la materia orgánica de baja degradación (hojarasca) con un espesor de 0,05 m. Suelo superficial: Predomina materiales limo arcillosos y de humedad mojada, ligeramente adhesiva con materia orgánica de baja y alta degradación. Cobertura vegetal: En el sitio se observó presencia de bosque de colinas bajas de vegetacion arborea en la zona. Otros: No se encuentra impermeabilizado con ningún tipo de material (losa, pavimento o geomembrana).
TEXTURA DEL (SUB)SUELO
Describir litología del paquete de suelo, para su categorización hidráulica (permeabilidad en zona no saturada y saturada)
Suelo húmedo que presenta una textura predominantemente limo - arcilloso y arcilloso - limoso, con tonalidad de color (marrón grisáceo) de permeabilidad baja, y ligeramente adhesivo.

UTILIZACIÓN DEL TERRITORIO		
Información a describir	**Información observada en campo**	**Información recabada en gabinete**
Uso del sitio (observado en campo u obtenido como información en campo), describir.	El sitio S0355, corresponde a una zona de excavación como posible poza de lodos de perforación. Asimismo en el sitio no se observó un uso industrial ni agricola. Se observó que en el área crece vegetación arbórea y herbácea.	-
Uso en el entorno o inmediaciones del sitio (observado en campo u obtenido como información en campo), describir.	En el entorno del sitio S0355 mayormente está rodeado de zona boscosa (cobertura arbórea y herbácea). Asimismo se identificaron instalaciones industriales; en el entorno más próximo (a 85 m al noroeste del sitio), se. encuentra la plataforma 02 que contiene al pozo CAPS-02C y además se encuentra una trocha carrozable.	-
¿El sitio y su entorno inmediato se encuentran dentro de un área geográfica definida con una categoría de protección (Área natural protegida -ANP u otros)?	-	Se verificó que el sitio S0355 no se encuentra ubicado dentro de un área natural protegida. De la revisión del Mapa Nacional de Ecosistemas del Perú (Resolución Ministerial N°440 -2018-MINAM) el sitio se encuentra en un área de bosque de terraza no inundable, sin embargo, de acuerdo a lo observado en campo, el sitio se ubica en un bosque de colina baja y de acuerdo a la información de Ecosisttemas de Loreto, se advierte la presencia de un pantano de palmeras (aguajales) ubicado a 4 km al sureste del sitio (coordenadas referenciales E342435; N9691073).
¿El sitio y su entorno inmediato proveen de servicios ecosistémicos de provisión (caza, pesca, recolección de frutos o vegetales, etc.)?	Durante el reconocimiento se recopiló información acerca de las actividades que realizan los pobladores en el sitio S0355 y sus inmediaciones, reportándose lo siguiente: - No es una zona de caza, si embargo según el poblador de la comunidad de Nuevo Porvenir que acompaño durante las actividades de muestreo , dice que se realizan actividades de caza en los alrededores (huangana, majaz, sachavaca, aves, etc), asi como actividades de recolección de plantas de consumo (sapote, cetico, topa, huamansamana).	-
Describir si se observa o se tiene información de cuerpos de agua en el sitio o su entorno inmediato (distancia, tipo de cuerpo de agua, etc.)	El sitio S0355 no presenta cuerpo de agua alguno.	-

ANEXAR DIAGRAMA DE CAMPO (CROQUIS), IMÁGENES SATELITALES DEL SITIO, ALBUM FOTOGRAFICO

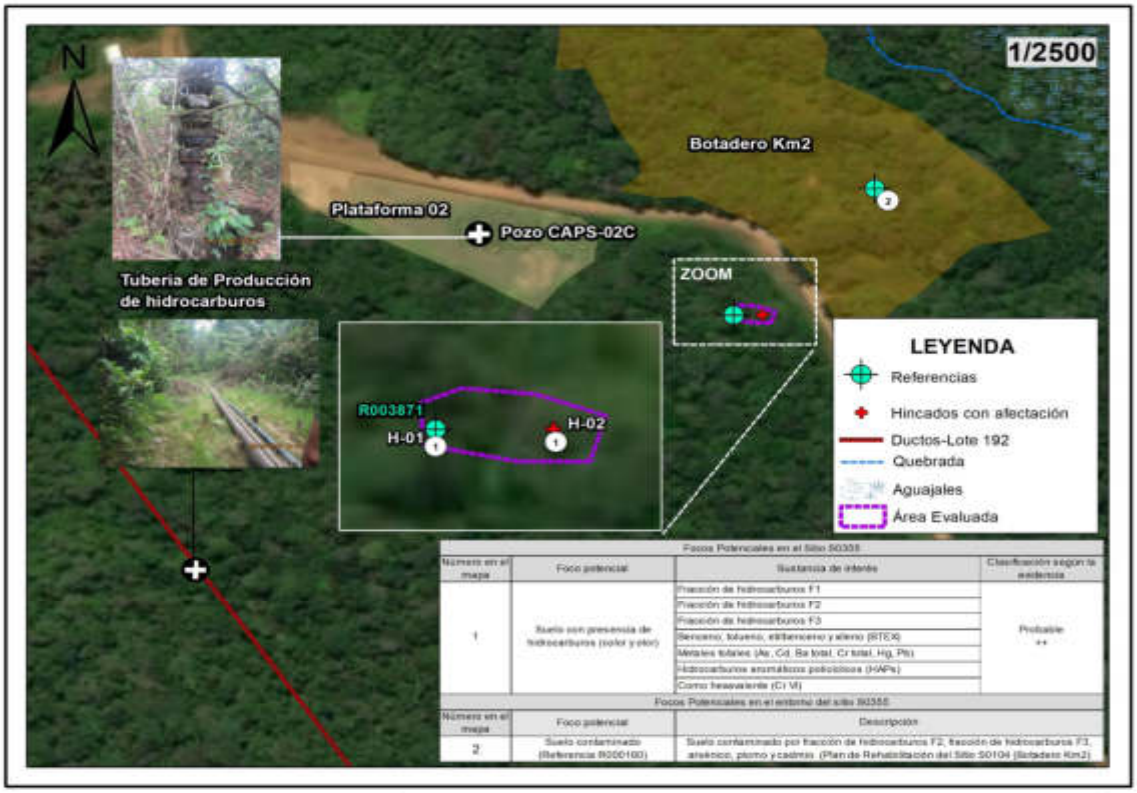


Figura de fuentes pontenciales, Focos potenciales y focos de contaminación en el sitio S0355

En el Punto de suelo S0355-SU-001, supero los parámetros de Fracción de Hidrocarburos F2 y

En el Punto de suelo S0355-SU-004, supero el parámetro de Fracción de Hidrocarburos F2

El sitio S0355 se encuentra en una zona boscosa, con cobertura arbórea y herbácea. Presenta

Vivienda a la altura de la tranquera del Km 2 de la trocha carrozable que conecta la batería Capahuari Norte con Andoas. Corresponde a la comunidad de Titiyacu (338574E/9693221N).

ANEXO I

Ficha de evaluación de la estimación del nivel de riesgo del sitio S0355

FICHA DE EVALUACIÓN - CÁLCULO NIVEL DE RIESGO FISICO (NRF)

Versión: 02-08-2017

Sitio impactado: S0355	NRF	0

$$NRF = Factor\ EP + Factor\ R$$

Las Celdas en blanco corresponden a las que deben llenarse, las sombreadas no deben modificarse

ESCENARIOS DE PELIGRO ASOCIADOS A INSTALACIONES MAL ABANDONADAS

N°	Posibles escenarios	Valor	Comentarios (asunciones, reportes en los que se basa la calificación, referencias, etc.)
EP1	Potencial caída		
	Potencial caída a diferente nivel.	10	En el Sitio S0355, no se evidenció la presencia de instalaciones mal abandonadas asociadas a las actividades de hidrocarburos, por ello se le asigna el valor de 0.
	Potencial caída a mismo nivel (por hundimientos en terreno no compactado, o presencia de estructuras en superficie).	5	
	Sin potencial de caída.	0	
	Valor asignado EP1	0	
EP2	Emanación de gases/vapores a nivel superficial		
	Presencia de gases/vapores (medido con PID).	9	No se ha advertido peligros por emanación de gases o vapores a nivel superficial relacionados a instalaciones mal abandonadas, por ello le asigna un valor de 0.
	Ausencia de gases/ vapores (medido con PID).	0	
	Valor asignado EP2	0	
EP3	Lesión por elementos cortopunzantes		
	Presencia de instalaciones con gran cantidad elementos punzantes o cortantes (restos de metales, cercos caídos, alambres, etc. que puedan causar un riesgo inminente)	9	En el Sitio S0355, no se evidenció la presencia de instalaciones en desuso asociadas a las actividades de hidrocarburos; las cuales podrían originar cortaduras y heridas por elementos cortopunzantes a su contacto, por ello se le asigna el valor de 0.
	Presencia de instalaciones con elementos punzantes o cortantes que puedan causar un riesgo potencial.	4,5	
	Ausencia de instalaciones con elementos punzantes o cortantes (sin riesgo potencial).	0	
	Valor asignado EP3	0	
EP4	Estabilidad de taludes		
	Talud inestable, riesgo inminente	8	En el Sitio S0355, no se evidenció la presencia de instalaciones mal abandonadas asociadas a las actividades de hidrocarburos, por ello se le asigna el valor de 0.
	Talud con estabilidad media, posibilidad de riesgo en casos de sismo o remoción.	4	
	Talud estable, no se aprecia posible riesgo	0	
	Valor asignado EP4	0	
EP5	Potencial de incendio y/o explosión		
	Nivel de explosividad superior al 10% del límite inferior de explosividad (10% LEL)	8	No se ha advertido el potencial de incendio y/o explosiones en el sitio S0355, toda vez que no se observaron sustancias inflamables, por ello se valora con 0.
	Nivel de explosividad inferior al 10% del límite inferior de explosividad (10% LEL)	4	
	Nivel de explosividad con valor cero	0	
	Valor asignado EP5	0	
EP6	Potencial colapso estructura		
	Se observan estructuras con riesgo inminente de colapso (condición insegura).	6	En el Sitio S0355, no se evidenció la presencia de instalaciones mal abandonadas asociadas a las actividades de hidrocarburos, por ello se le asigna el valor de 0.
	Se observan estructuras con riesgo potencial de colapso (Condición incierta).	3	
	No se observan estructuras en el sitio (sin riesgo potencial).	0	
	Valor asignado EP6	0	

FACTOR EP (Suma EP1+EP2+EP3+EP4+EP5+EP6) **0** (valor sobre un total de 50)

RECEPTORES/POTENCIAL EXPOSICIÓN

N°	Subcriterio	Valor	Comentarios (asunciones, reportes en los que se basa la calificación, referencias, etc.)
R1	Accesibilidad de personas al sitio (en tiempo de traslado), debido a cercanía a comunidades y / o lugar de desarrollo de actividad económica.		
	Accesible hasta en 30 minutos.	20	Desde la comunidad nativa Nuevo Porvenir, se estima un recorrdio de 2 horas a pie y desde la Vivienda Titiyacu ubicada a la alturadel km 2 es un estimado de 5 min a pie, por lo que se asigna un valor de 20.
	Accesible entre 30 minutos y 1 hora.	13	
	Accesible entre 1 hora y 3 horas.	10	
	Accesible en mas de 3 horas.	6	
	Valor asignado R1	20	
R2	Aprovechamiento del sitio impactado		
	Área con aprovechamiento de RR.NN. (área de pesca, caza, recolección, recreación, etc.)	20	Según el poblador de CCNN Nuevo Porvenir en los alrededores del sitio S0355 se realizan las actividades de caza, así como recolección de frutos.
	Área sin aprovechamiento de RR.NN. (área de pesca, caza, recolección, recreación, etc.)	0	
	Se desconoce	10	
	Valor asignado R2	20	
R3	Presencia de cercos / señalización		
	No se detecta presencia de cercos ni señalización	10	El sitio S0355 no presenta cercos ni señalización, por lo que se le asigna un valor de 10.
	Se detecta presencia sólo de señalización	8	
	Se detecta presencia sólo de cerco	4	
	Se detecta presencia de cercos y señalización	2	
	Valor asignado R3	10	

FACTOR R (Suma R1+R2+R3) **50** (valor sobre un total de 50)

FICHA DE EVALUACIÓN - RESULTADO NRCS

Sitio impactado: S0355

Versión: 02-08-2017

NRS-salud (sobre 100)	**57,5**	**NRS - ambiente (sobre 100)**	**47,2**
Incertidumbre de la evaluación	*3%*	*Incertidumbre de la evaluación*	*3%*

ÍNDICE FOCO

	Valor
Factor Sustancia (basado en información analítica)	
Índice ECA (sobre total de 15)	15,00
Índice Medio (sobre fondo de escala 42; considera I-suelo, I- Ag sup, I-Sedim, I-Ag subt)	3,25
Índice Parámetros Excedentes al ECA (sobre fondo de escala 4.5)	3,00
	21,25
Factor in-situ	
$F_{in\text{-}situ}$ suelo (fondo escala 12)	9,00
$F_{in\text{-}situ}$ sedimento (fondo escala 4.5)	0,00
$F_{in\text{-}situ}$ agua superficial (fondo escala 4.5)	0,00
$F_{in\text{-}situ}$ flora y fauna (fondo escala 9)	0,00
	9,00
Factor extensión	
Factor Extensión (sobre 40)	7,63
VALOR ÍNDICE FOCO (sobre 100)	**37,88**
Incertidumbre de la evaluación	**2%**

Score Informacion Conocida	*36,63*
Score Informacion Potencial	*1,25*

ÍNDICE TRANSPORTE

	Valor
Factor Transporte de contaminante por inundabilidad	28,00
(fondo escala 28)	28,00
Índice transporte (escurrimiento)	
Topografía (fondo de escala 18)	9,00
Factor corrector:	
Permeabilidad suelo superficial	0,50
Cobertura Vegetal	0,33
Índice transporte (escurrimiento) (fondo escala 18)	7,47
Índice transporte (subterráneo)	
Profundidad agua (napa freática)	4,00
Textura suelo	3,00
(fondo escala 18)	7,00
Índice transporte (superficial)	0,00
(fondo escala 18)	0,00
Índice transporte (cadena trófica) asociado a receptor humano	18,00
(fondo escala 18)	18,00
Índice transporte (cadena trófica) asociado a receptor ecológico	18,00
(fondo escala 18)	18,00
Valor Índice TRANSPORTE asociado a receptor humano (Sobre 100)	**60,47**
Incertidumbre de la evaluación	**8%**

Score informacion conocida Índice TRANSPORTE asociado a receptor humano	*56,47*
Score informacion potencial Índice TRANSPORTE asociado a receptor humano	*4*
Índice TRANSPORTE asociado a receptor ecologico (Sobre 100)	**60,47**
Incertidumbre de la evaluación	**8%**

Score informacion conocida Índice TRANSPORTE asociado a receptor ecológico	*56,47*
Score informacion potencial Índice TRANSPORTE asociado a receptor ecologico	*4*

ÍNDICE RECEPTOR HUMANO

	Valor
RH1 - Distancia comunidad - sitio impactado	30,27
(fondo escala 40)	30,27
RH2 - Distancia sitio impactado - puntos captación	4,00
(fondo escala 20)	4,00
RH3 - Uso sitio impactado	20,00
(fondo escala 20)	20,00
RH4 - Accesibilidad	10,00
(fondo escala 20)	10,00
RH5 - Tamaño poblacional	10,00
(fondo escala 20)	10,00
VALOR ÍNDICE RECEPTOR HUMANO (sobre 100)	**74,27**
Incertidumbre de la evaluación	**0%**

Score Informacion Conocida	*74*
Score Informacion Potencial	*0*

ÍNDICE RECEPTOR ECOLÓGICO

	Valor
RE1-Categoría de protección	33,25
(fondo escala 50)	33,25
RE2- Presencia de Ecosistemas frágiles	20,00
(fondo escala 50)	20,00
Factor corrector:	
RE3- Distancia al Ecosistema frágil mas cercano	0,50
	0,50
VALOR ÍNDICE RECEPTOR ECOLÓGICO (sobre 100)	**43,25**
Incertidumbre de la evaluación	**0%**

Score Informacion Conocida	*53,25*
Score Informacion Potencial	*0*

CRITERIOS VALORACIÓN ÍNDICE FOCO

$$I_{Foco} = F_{sust} + F_{in-situ} + F_{ext} + F_{ACT}$$

Versión: 02-08-2017

Índice FOCO (sobre 100)	**37,88**
Incertidumbre de la evaluación	**2%**

FACTOR SUSTANCIA (basado en información analítica)

N°	Índice ECA (ver hoja de soporte)	Valor	Comentarios (asunciones, reportes en los que se basa la calificación, referencias, etc.)
I_{ECA}	**Cociente ECA**		
	Cociente ECA >20	15	
	10<Cociente ECA <20	10	
	1<Cociente ECA <10	6,25	El cociente ECA es 21,46 por lo cual se considera un valor de 15.
	Cociente ECA <1	0	
	No se tienen datos analíticos	7,5	
	Valor asignado I_{ECA} (sobre 15)	15	

N°	Índice Medio	Valor	Comentarios (asunciones, reportes en los que se basa la calificación, referencias, etc.)
I-Suelo	**Suelo**		
	Se supera el ECA aplicable al menos para 3 parámetros	2,75	
	Se supera el ECA aplicable al menos para 1 parámetro.	2	Se superó el ECA para 2 parámetros: Fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y Fracción hidrocabruros F3 (C28-C40), por lo que se asigna el valor de 2.
	Ningún parámetro supera el valor ECA	0	
	No se sabe	1,25	
	Valor asignado I-Suelo	2	
I-Ag sup	**Agua superficial**		
	Se supera el ECA aplicable al menos para 3 parámetros	2,5	
	Se supera el ECA aplicable al menos para 1 parámetro.	1,75	El sitio no presenta cuerpos de agua superficial por lo que se le asignará el valor de 0.
	Ningún parámetro supera el valor ECA	0	
	No se sabe	1,25	
	Valor asignado I-Ag sup	0	
I-Sedim	**Sedimentos**		
	Se supera el ECA o valor referencial aplicable al menos para 3 parámetros	2,75	
	Se supera el ECA o valor referencial aplicable al menos para 1 parámetro.	2	El sitio no presenta cuerpos de agua superficial por lo que se le asignará el valor de 0.
	Ningún parámetro supera el ECA o valor referencial aplicable	0	
	No se sabe	1,25	
	Valor asignado I-Sedim	0	
I-Ag subt	**Agua subterránea**		
	Se supera el ECA o valor referencial aplicable al menos para un parámetro o se detecta presencia de fase libre sobrenadante en la napa freática.	2,5	No se evaluó el componente agua subterránea, por lo que se le asigna un valor de 1.25
	Ningún parámetro supera el ECA o valor referencial aplicable	0	
	No se sabe	1,25	
	Valor asignado I-Ag subt	1,25	
	Valor asignado I_{MEDIO} (suma I-Suelo, I-Ag Sup, I-Sedim, I-Ag subt) (sobre 10.5)	3,25	

N°	Índice parámetros (agrupado en clases) excedentes al ECA o norma referencial	Valor	Comentarios (asunciones, reportes en los que se basa la calificación, referencias, etc.)
I - Param Exced	**Número de parámetros que exceden el ECA o norma referencial (clases)**		
	Cuatro o más	4,5	
	De dos a tres	3	Se encontró excedencias en los parámetros Fracción de hidrocarburos F2 (>C10-C28) y Fracción hidrocarburos F3 (C-28-C40), los mismos que se agrupan en 2 clases, por lo que se asigna un valor de 3.
	Una	1,5	
	No supera ningún parámetro (agrupado en clases)	0	
	Se desconoce debido a la falta de datos analíticos	2,25	
	Valor asignado I- Param exced (sobre 4.5)	3	
	Factor sustancia = Suma I_{ECA}+I_{MEDIO}+$I_{PARAM\ EXCED}$ (valor sobre 30)	21,25	

FACTOR IN-SITU

N°	Factor in-situ	Valor	Comentarios (asunciones, reportes en los que se basa la calificación, referencias, etc.)
$F_{in\text{-}situ}$ (Suelo)	**Observaciones organolépticas e indicadores *in-situ* en Suelo (subsuelo y aguas subterráneas)**		
	Presencia de crudo en superficie / fase libre sobrenadante	12	
	Presencia de COV's (en Ensayos *Head-Space* realizados en muestras de suelo) y/o alteración organoléptica	9	En el sitio S0355, se observaron indicios organolépticos de afectación por hidrocarburo (color y olor) durante el reconocimiento, así como durante el muestreo de suelo, y se registraron lecturas de COVs entre 8.7 a 79,2 ppm en las muestras, por consiguiente se asigna un valor de 9.
	Presencia de suelo removido (indicios de excavaciones, enterramientos, remediaciones in-situ, etc.)	4,5	
	No hay información sobre observaciones in-situ	6	
	Sin indicios	0	
	Valor $F_{in\text{-}situ}$ (Suelo)	9	
$F_{in\text{-}situ}$ (sedimento)	**Observaciones organolépticas e indicadores in-situ en sedimento**		
	Presencia de producto en fase libre en el sedimento colectado (a través de equipo de muestreo), u observación de producto en fase libre en la superficie del agua luego del hincado.	4,5	
	Observaciones de líneas o manchas de HC en las orillas del cuerpo de agua y/o indicios organolépticos de HC en sedimento colectado (a través de equipo de muestreo), o luego del hincado.	3,25	No se ha considerado el componente sedimento en la evaluación toda vez que el sitio no presenta cuerpo de agua alguno, por lo que se asigna un valor de 0.
	No hay información sobre observaciones in-situ	2,25	
	No se aprecian características organolépticas en el sedimento colectado (a través de equipo de muestreo) o a través del hincado.	0	
	Valor asignado $F_{in\text{-}situ}$ (Sedim)	0	
$F_{in\text{-}situ}$ (Agua superficial)	**Observaciones organolépticas e indicadores in-situ en agua superficial**		
	Presencia de fase Libre sobrenadante	4,5	
	Presencia de goticulas / líneas o manchas de hidrocarburo (iridiscencia) / cambio significativo a nivel de color en cuerpo de agua.	3,5	
	Olor en la muestra colectada que pueda indicar afectación en el cuerpo de agua lentico (laguna, cocha) o lotico (Rio).	2,75	No se ha considerado el componente sedimento en la evaluación toda vez que el sitio no presenta cuerpo de agua alguno, por lo que se asigna un valor de 0.
	No hay información sobre observaciones in-situ	2,25	
	Sin indicios de afectación organoléptica	0	
	Valor asignado $F_{in\text{-}situ}$ (Ag sup)	0	
$F_{in\text{-}situ}$ (Flora y fauna)	**Observaciones organolépticas e indicadores in-situ en flora y fauna**		
	Se aprecia mortandad de fauna y/o flora en el sitio debido a la presencia de sustancias peligrosas	9	
	Se aprecia individuos de fauna y/o flora con presencia de producto impregnado; o bien determinación visual de manchas en vegetación, asociados a variaciones estacionales	7	
	Se aprecia cambio en la composición de especies vegetales como consecuencia de una posible afectación (sucesión ecológica natural).	4	No se evidenció afectación por hidrocarburos en la flora (manchas a diferentes alturas, muerte de individuos, etc) ni afectación en la fauna; por lo que se asigna el valor de 0
	No hay información sobre observaciones in-situ	4,5	
	Aparentemente no se aprecian cambios en la fauna y/o flora	0	
	Valor asignado $F_{in\text{-}situ}$ (Flora y fauna)	0	
	Valor asignado I_{MEDIO} (I-Suelo + I-Ag Sup + I-Sedim + I-Ag subt) (sobre 30)	9,00	

FACTOR EXTENSIÓN

N°	Factor Extensión	Valor	Comentarios (asunciones, reportes en los que se basa la calificación, referencias, etc.)
	Extensión del sitio contaminado (Ha)	0,141	Indicar extensión, en hectáreas. Si se desconoce, indicar "---"
F_{EXT}	Extensión del sitio ≥ 10 Ha	40	Para el sitio S0355 se evaluó un área de 0,246 ha, y con los resultados se ha estimado un área contaminada de extensión 0,141 ha, por lo cual se le asigna un valor de 7,63
	0,1 < extensión del sitio <10 Ha	Valor proporcional entre 7.5 y 40.	
	extensión sitio < 0,1 Ha	7,5	
	Se desconoce	12,5	
	Valor asignado F_{EXT}	7,63	
	Valor asignado Fext (sobre 30)	7,63	

FACTOR DE PRESENCIA DE FOCO ACTIVO

N°	Presencia de focos activos	Valor	Comentarios (asunciones, reportes en los que se basa la calificación, referencias, etc.)
	Actividad de focos		
F_{ACT}	Existe al menos un foco activo.	25	Para el sitio S0355, no se observaron focos activos.
	No se tiene información al respecto (se desconoce)	12,5	
	El foco o los focos observados son inactivos	0	
	Valor asignado F_{ACT}	0	
	Valor asignado F act (sobre 25)	0,00	

Índice FOCO (sobre 100)	37,88

36,63	Score Informacion Conocida
1,25	Score Informacion Potencial

CRITERIOS VALORACIÓN ÍNDICE TRANSPORTE

$$I_{TRANSPORTE} = I_{Inund} + I_{Trans\ (ESC)} + I_{Trans\ (SUBT)} + I_{Trans\ (AG\ SUP)} + I_{Trans\ (CAD\ TROFICA)}$$

Versión: 02-08-2017

Índice TRANSPORTE asociado a receptor humano (Sobre 100)	**60,47**
Incertidumbre de la evaluación	**8%**
Índice TRANSPORTE asociado a receptor ecologico (Sobre 100)	**60,47**
Incertidumbre de la evaluación	**8%**

Índice Transporte de contaminante por inundabilidad

N°	Transporte de contaminante por inundabilidad del sitio	Situación conocida	Comentarios (asunciones, reportes en los que se basa la calificación, referencias, etc.)
I_{TRANSP_INUND}	**Índice inundabilidad**		
	Sitio impactado en área inundable estacionalmente (condiciones normales).	28	El Sitio S0355 se ubica en área inundable permanentemente, por ello se asigna un valor de 28.
	Sitio impactado en área inundable (periodos extraordinarios de creciente o precipitación)	18	
	Sitio impactado en área no inundable	0	
	Se desconoce comportamiento estacional.	14	
	Valor I_{TRANSP_INUND} (sobre 28)	**28**	

Índice Transporte por escurrimiento superficial

$$I_{Trans\ (ESC)} = Top \times (K + CV)$$

N°	Factibilidad al escurrimiento superficial	Valor	Comentarios (asunciones, reportes en los que se basa la calificación, referencias, etc.)
Top	**Topografía**		
	Sitio impactado en zona elevada, con pendientes pronunciados en el entorno.	18	El Sitio S0355 se encuentra en una zona menos elevada con plana de pendiente plana (0-2%) en el area, por ello se asigna un valor de 9.
	Sitio impactado en zona elevada, sin pendientes pronunciados en el entorno	9	
	Sitio impactado en área menos elevada, sin capacidad de escurrimiento en superficie hacia otras áreas	0	
	No se ha observado el entorno o no ha sido posible observarlo por la abundancia de vegetación	8,5	
	Valor asignado Top	**9**	
K	**Permeabilidad predominante suelo superficial**		
	Baja (arcillas, lutitas, limos y limolitas)	0,5	El sitio S0355 presenta suelo húmedo a mojado de textura limo arcilloso y arcillo limoso que generan una permeabilidad baja, por ello se asigna un valor de 0,5.
	Media (Arenas, arenas limosas y areniscas)	0,33	
	Alta (gravas y arenas-aluviales-, rocas muy fracturadas)	0,17	
	Se desconoce la permeabilidad y litología predominante en superficie	0,32	
	Valor asignado K	**0,5**	
CV	**Retención de escurrimiento por Cobertura vegetal**		
	No hay vegetación. No impide la circulación de sustancias en superficie	0,5	El Sitio S0355 presenta vegetación herbácea y arbórea, que impiden o dificultan parcialmente el escurrimiento en superficie, por lo que se asigna un valor de 0,33
	Hay vegetación que impide parcialmente o dificulta el escurrimiento en superficie	0,33	
	Hay vegetación que impide la circulación de sustancias en superficie	0,17	
	Se desconoce si la vegetación impide la circulación en superficie	0,32	
	Valor asignado CV	**0,33**	
	Valor $I_{Trans\ (ESC)}$ (sobre 18)	**7,47**	

Índice Transporte (subterráneo)

$$I_{Trans\ (SUBT)} = PGw1 + PGw2$$

N°	índice transporte (subterráneo)	Valor	Comentarios (asunciones, reportes en los que se basa la calificación, referencias, etc.)
PGw1	**Profundidad agua (napa freática)**		
	Superficial (entre 0 y 2 metros) - siempre (permanente)	9	Se desconoce la profundidad de la napa freática, puesto que no fue evaluado en campo, por lo que se asigna un valor de 4.
	En época de lluvias superficial (entre 0 y 2 metros) (estacional)	6,75	
	Mediana (de 2 a 5 metros)	4,5	
	A más de 5 metros	2,25	
	Se desconoce	4	
	Valor asignado PGw1	**4**	
PGw2	**Textura suelo**		
	Gravas y arenas	9	El sitio S0355 presenta suelo con textura predominantemente arcillo-limosa y limo-arcillosa, por ello se asigna un valor de 3.
	Arenas limosas	6	
	Limos y arcillas	3	
	Se desconoce la litología del paquete de suelo	5,5	
	Valor asignado PGw2	**3**	
	Valor $I_{Trans\ (SUBT)}$ (sobre 18)	**7**	

Índice Transporte (superficial)

N°	Índice transporte (superficial)	Valor	Comentarios (asunciones, reportes en los que se basa la calificación, refe+G60:I60rencias, etc.)
$I_{Trans\ (SUP)}$	Tipo de los cuerpos de aguas superficiales afectados		El sitio S0355 no presenta cuerpos de agua, por ello se asigna un valor de 0.
	Rio o afluente, quebrada, riachuelo o arroyo (fluye continuo)	18	
	Quebrada, riachuelo o arroyo (estacional)		
	Canal de flotación (instalación humana)	12	
	Cocha comunicante (conectada estacionalmente a otros cursos)		
	Pantanos (incluye aguajales)		
	Cocha no comunicante	6	
	No se han observado cuerpos de aguas superficiales afectados en un radio de 1000m	0	
	Cuerpo de agua no definido en sus características	9	
	Valor asignado	**0**	
	Valor $I_{Trans\ (SUP)}$ (sobre 18)	**0**	

Índice Transporte (cadena trófica) asociado a receptor humano

N°	Índice transporte (cadena trófica RH)	Valor	Comentarios (asunciones, reportes en los que se basa la calificación, referencias, etc.)
$I_{Trans(CAD TROFICA)}$	Aprovechamiento dentro de la cadena trófica por parte de la población		
	Aprovechamiento de recursos en el sitio y su entorno inmediato (pesca, caza, recolección, etc.).	18	Durante las actividades de campo no se observó la presencia de vertebrados mayores, sin embargo, considerando la información recabada en el reconocimiento, donde los mpobladores de la comunidad nativa Nuevo Porvenir refieren de que en el sito y su entorno se realizan actividades de caza y recolección, por ello se asigna un valor de 18.
	Sin aprovechamiento de recursos en el sitio y su entorno inmediato (pesca, caza, recolección, etc.)	0	
	No se tiene información al respecto	9	
	Valor asignado	18	
	Valor $I_{Trans (CAD TROF RH)}$ (sobre 18)	18	

Índice Transporte (cadena trófica) asociado a receptor ecologico			
N°	Índice transporte (cadena trófica RE)	Valor	Comentarios (asunciones, reportes en los que se basa la calificación, referencias, etc.)
$I_{Trans(CAD TROFICA)}$	Aprovechamiento por parte de depredadores en la cima de la cadena trofica (carnivoros secundarios y terciarios, aves rapaces, etc.).		
	Aprovechamiento de recursos en el sitio y su entorno inmediato (pesca, caza, etc.).	18	Si hay aprovechamiento de recursos en el entorno del sitio por parte de depredadores. Por ello, se considera un valor de18.
	Sin aprovechamiento de recursos en el sitio y su entorno inmediato (pesca, caza, etc.)	0	
	No se tiene información al respecto	9	
	Valor asignado	18	
	Valor $I_{Trans (CAD TROF RE)}$ (sobre 18)	18	

56,47	Score informacion conocida Índice TRANSPORTE asociado a receptor humano
4	Score informacion potencial Índice TRANSPORTE asociado a receptor humano

56,47	Score informacion conocida Índice TRANSPORTE asociado a receptor ecológico
4	Score informacion potencial Índice TRANSPORTE asociado a receptor ecologico

CRITERIOS VALORACIÓN ÍNDICE RECEPTOR

Versión: 02-08-2017

Fondo de escala de 100

RECEPTOR HUMANO

$$I_{RECEPTOR\ HUMANO} = RH1 + RH2 + RH3 + RH4 + RH5$$

Índice RECEPTOR HUMANO (sobre 100) **74,27**

Incertidumbre de la evaluación **0%**

N°	RECEPTOR HUMANO	Valor	Comentarios (asunciones, reportes en los que se basa la calificación, referencias, etc.)
RH1	**Distancia de la Comunidad o Centro Poblado al sitio impactado**	390	**Indicar distancia, en metros. Si la comunidad se encuentra en el sitio impactado indicar "0", si se desconoce indicar "---"**
	Comunidad en el Sitio Impactado	40	
	A menos de 100m	35	
	Entre 100m y 2 km	Valor proporcional entre 4 y 35	La distancia del Sitio S0355 a la comunidad nativa Nuevo Porvenir es de 3,6 km. Asimismo la distancia entre el sitio y la Vivienda de la tranquera del Km 2 es de 390 m, por lo que se le asignará el valor de 30,27.
	A más de 2km	4	
	Se desconoce	20	
	Valor total RH1 (sobre 40)	**30,27**	
RH2	**Distancia entre puntos de captación de agua superficial aguas abajo y/o pozos para consumo y sitio impactado**	---	**Indicar distancia, en metros. Si existe un pozo o aprovechamiento de agua en el sitio impactado, indicar "0". Si no hay información sobre la distancia, indicar "---"**
	Existe un punto de captación de agua superficial y/o un pozo de agua en el Sitio Impactado	20	
	Existe un punto de captación de agua superficial aguas abajo y/o un pozo a menos de 100m	17,5	
	Existe un punto de captación de agua superficial aguas abajo y/o un pozo entre 100m y 2km	Valor proporcional entre 4 y 17.5	El punto de captación del agua superficial para consumo humano de la comunidad nativa Nuevo Porvenir, se encuentra a más de 2 km del sitio. Cabe mencionar que el punto de captación del agua se encuentra en otra microcuenca distinta a la que se encuentra el sitio S0355, por lo que no se encuentra aguas abajo del mismo. Cabe mencionar que, la vivienda de la tranquera del km2 tiene su punto de toma de agua de un quebrada S/N, próximo al sitio; sin embargo, este no se encuentra aguas abajo del sitio, por ello se asigna un valor de 4.
	No hay pozos ni puntos de captación de agua superficial aguas abajo del sitio impactado, o están a más de 2km	4	
	No hay información sobre el lugar de donde se abastece la comunidad para consumo	10	
	Valor total RH2 (sobre 20)	**4,00**	
RH3	**Uso del Sitio Impactado y su entorno**		
	El sitio impactado y su entorno genera directamente servicios ecosistémicos de provisión (caza o pesca, colecta de frutas, plantas medicinales, etc.) tanto para animales como seres humanos.	20	Se tiene referencia por los pobladores de la comunidad nativa Nuevo Porvenir, que en el sitio y su entorno se realizan actividades de caza y recolección, por lo que se le asigna un valor de 20.
	El sitio impactado y su entorno no generan directamente servicios ecosistémicos de provisión (caza o pesca, colecta de frutas, plantas medicinales, etc.) como seres humanos.	2,5	
	Se desconoce	10	
	Valor total RH3 (sobre 20)	**20**	
RH4	**Accesibilidad de personas al sitio (en tiempo de traslado), debido a cercanía a comunidades y / o lugar de desarrollo de actividad económica.**		
	Accesible hasta en 30 minutos.	10	
	Accesible entre 30 minutos y 1 hora.	7,5	La accesibilidad al sitio S0355 realizando una caminata desde la comunidad nativa Nuevo Porvenir, se estima en 2 horas. Sin embargo se esta considerando la accesibilidad desde la vivienda de la tranquera del Km2 hacia el sitio, el cual realizando una caminata de 5 minutos se puede llegar al sitio S0355, por lo que se asigna un valor de 10.
	Accesible entre 1 hora y 3 horas.	5	
	Accesible en mas de 3 horas.	2,5	
	No se conocen datos de accesibilidad o es demasiado remoto.	4	
	Valor total RH4 (sobre 10)	**10**	
RH5	**Tamaño de población**		
	Mas de 100 Habitantes.	10	
	Entre 70 y 100 habitantes.	7,5	El Tamaño de la poblacion de Nuevo Porvenir involucrada con el sitio S0355, es de 240 habitantes (ETI ex Lote 1AB), por lo que se asiga un valor de 10.
	Entre 50 y 70 habitantes.	5	
	Menos de 50 Habitantes	2,5	
	No se conocen datos exactos del N° de habitantes.	4	
	Valor total RH4 (sobre 10)	**10**	

74,27	**Score informacion conocida**
0	**Score informacion potencial**

RECEPTOR ECOLÓGICO

$$I_{RECEPTOR\ ECOLÓGICO} = RE1 + RE2 \times RE3$$

Índice RECEPTOR ECOLÓGICO (sobre 100)	43,25
Incertidumbre de la evaluación	0%

N°	RECEPTOR ECOLÓGICO	Valor	Comentarios (asunciones, reportes en los que se basa la calificación, referencias, etc.)
RE1	**Categoría de protección**		
	Sitio impactado y entorno inmediato dentro de alguna categoría de protección (ANP, Parque Nacional, reserva nacional, reserva paisajística, refugios de vida silvestre, reservas comunales, bosques de protección, etc.)	50	El sitio S0355 se encuentra fuera de áreas con alguna categoría de protección; asimismo, se enconttró información en el EIA sismica 3D en capahuari norte sur, tambo este y jibarito nor este - jibarito norte lote 1AB, en donde se registró 9 especies de flora protegidas. por lo que se asigna un valor de 33.25.
	Zona de amortiguamiento		
	Sitio impactado fuera de categorías de protección con otras cualidades especiales: Corredor biológico con antecedentes bibliográficos; Existencia de al menos una especie vegetal o animal, o ecosistema en alguna categoría de conservación o especial protección.	33,25	
	Sitio impactado fuera de categorías de protección. Se desconoce la existencia de especies vegetales o animales, o ecosistemas, en alguna categoría de conservación o especial protección	16,75	
	No se tiene información sobre la clasificación o categoría de protección del sitio impactado	25	
	Valor asignado RE1 (sobre 200)	33,25	
RE2	**Presencia de ecosistemas frágiles**		
	Presencia de bosque inundable , Aguajales, lagunas o Cochas	50	De la revisión del Mapa Nacional de Ecosistemas del Perú (Resolución Ministerial N°440 -2018-MINAM) el sitio se encuentra en área de bosque de colina baja, lo que concuerda con lo observado en campo, por lo que se le asigna un valor de 20.
	Presencia de llanuras meándricas o "restingas"	40	
	Presencia de bosque ribereño o de terraza (inundables durante cierta etapa del año)	30	
	Presencia de bosque de colina baja o alta	20	
	Presencia de bosque de montaña		
	Presencia de herbazales hidrofíticos (inundables cierta etapa del año)	10	
	Se desconoce si hay ecosistemas frágiles en el entorno	25	
	Valor asignado RE2 (sobre 200)	20	
RE3	**Distancia al ecosistema frágil mas cercano identificado**		
	En el mismo sitio	1	De acuerdo a la información de Ecosisttemas de Loreto, se advierte la presencia de un pantano de palmeras (aguajales) ubicado a 4 km al sureste del sitio (coordenadas referenciales E342435; N9691073), por lo que se le asigna un valor de 0.5
	Cerca (menos de 3 km del sitio impactado)	0,8	
	Lejos (a más de 3km del sitio impactado)	0,5	
	Se desconoce si hay algún ecosistema frágil en el entorno inmediato	0,65	
	Valor asignado RE3	0,5	

53,25	Score informacion conocida
0	Score informacion potencial

ANEXO J

Registro fotográfico

Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	**REGISTRO FOTOGRÁFICO**

IDENTIFICACIÓN DEL SITIO IMPACTADO S0355					
EXPEDIENTE DE EVALUACIÓN: 2020-05-059			**CÓDIGO DE ACCIÓN: 0002-9-2020-415**		
Distrito	**Andoas**	**Provincia**	**Datem del Marañón**	**Departamento**	**Loreto**
FOTOGRAFÍA N.° 1 **S0355-SU-001**					
Fecha: 20/10/2020					
Hora: 09:36					
COORDENADAS **UTM -WGS 84 – ZONA 18M**					
Este (m): 338933					
Norte (m): 9693055					
Altitud (m s.n.m): 214					
Precisión: ± 3					
DESCRIPCIÓN:	Punto de muestreo de suelo a nivel superficial ubicado dentro del sitio S0355, a aproximadamente 91 m al sureeste de la plataforma 02 del pozo CAPS-02C y a 40 m aproximadamente al oeste del botadero km2.				

IDENTIFICACIÓN DEL SITIO IMPACTADO S0355					
EXPEDIENTE DE EVALUACIÓN: 2020-05-059			**CÓDIGO DE ACCIÓN: 0002-9-2020-415**		
Distrito	**Andoas**	**Provincia**	**Datem del Marañón**	**Departamento**	**Loreto**
FOTOGRAFÍA N.° 2 **S0355-SU-002**					
Fecha: 20/10/2020					
Hora: 09:12					
COORDENADAS **UTM -WGS 84 – ZONA 18M**					
Este (m): 338940					
Norte (m): 9693060					
Altitud (m s.n.m): 214					
Precisión: ± 3					
DESCRIPCIÓN:	Punto de muestreo de suelo a nivel superficial ubicado dentro del sitio S0355, a aproximadamente 97 metros al sureste de la Plataforma 02 del pozo CAPS-02C y a 40 m aproximadamente al oeste del botadero km2.				

Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	**REGISTRO FOTOGRÁFICO**

IDENTIFICACIÓN DEL SITIO IMPACTADO S0355					
EXPEDIENTE DE EVALUACIÓN: 2020-05-059			**CÓDIGO DE ACCIÓN: 0002-9-2020-415**		
Distrito	**Andoas**	**Provincia**	**Datem del Marañón**	**Departamento**	**Loreto**

FOTOGRAFÍA N.° 3 **S0355-SU-003**	
Fecha: 20/10/2020	
Hora: 07:37	
COORDENADAS UTM -WGS 84 – ZONA 18M	
Este (m): 338952	
Norte (m): 9693054	
Altitud (m s.n.m): 214	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Punto de muestreo de suelo a nivel superficial ubicado dentro del sitio S0355, a aproximadamente 110 m al sureste de la plataforma 02 del pozo CAPS-02C y a 40 m aproximadamente al oeste del botadero km2.

IDENTIFICACIÓN DEL SITIO IMPACTADO S0355					
EXPEDIENTE DE EVALUACIÓN: 2020-05-059			**CÓDIGO DE ACCIÓN: 0002-9-2020-415**		
Distrito	**Andoas**	**Provincia**	**Datem del Marañón**	**Departamento**	**Loreto**

FOTOGRAFÍA N.° 4 **S0355-SU-003-PROF**	
Fecha: 20/10/2020	
Hora: 08:09	
COORDENADAS UTM -WGS 84 – ZONA 18M	
Este (m): 338952	
Norte (m): 9693054	
Altitud (m s.n.m): 214	
Precisión: ± 3	
DESCRIPCIÓN:	Punto de muestreo de suelo a nivel superficial ubicado dentro del sitio S0355, a aproximadamente 110 m al sureste de la plataforma 02 del pozo CAPS-02C y a 40 m aproximadamente al oeste del botadero km2.

Oefa Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental	**REGISTRO FOTOGRÁFICO**

IDENTIFICACIÓN DEL SITIO IMPACTADO S0355					
EXPEDIENTE DE EVALUACIÓN: 2020-05-059			**CÓDIGO DE ACCIÓN: 0002-9-2020-415**		
Distrito	**Andoas**	**Provincia**	**Datem del Marañón**	**Departamento**	**Loreto**
FOTOGRAFÍA N.° 5 **S0355-SU-004**					
Fecha: 20/10/2020					
Hora: 08:42					
COORDENADAS **UTM -WGS 84 – ZONA 18M**					
Este (m): 338943					
Norte (m): 9693053					
Altitud (m s.n.m): 214					
Precisión: ± 3					
DESCRIPCIÓN:	Punto de muestreo de suelo a nivel superficial ubicado dentro del sitio S0355, a aproximadamente 102 m al sureste de la plataforma 02 del pozo CAPS-02C y a 40 m aproximadamente al oeste del botadero km2.				

IDENTIFICACIÓN DEL SITIO IMPACTADO S0355					
EXPEDIENTE DE EVALUACIÓN: 2020-05-059			**CÓDIGO DE ACCIÓN: 0002-9-2020-415**		
Distrito	**Andoas**	**Provincia**	**Datem del Marañón**	**Departamento**	**Loreto**
FOTOGRAFÍA N.° 6 **S0355-SU-005**					
Fecha: 20/10/2020					
Hora: 10:25					
COORDENADAS **UTM -WGS 84 – ZONA 18M**					
Este (m): 338920					
Norte (m): 9693081					
Altitud (m s.n.m): 215					
Precisión: ± 3					
DESCRIPCIÓN:	Punto de muestreo de suelo a nivel superficial ubicado a aproximadamente 25 m al noroeste fuera del sitio S0355, a aproximadamente 70 m al sureste de la plataforma 02 del pozo CAPS-02C y a 40 m aproximadamente al suroeste del botadero km2.				