

EVALUACIÓN AMBIENTAL TEMPRANA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO DE EXPLORACIÓN HAQUIRA DE MINERA ANTARES PERÚ SAC, DISTRITOS CHALLHUAHUACHO Y PROGRESO, PROVINCIAS COTABAMBAS Y GRAU, DEPARTAMENTO APURÍMAC 2019

SUBDIRECCIÓN TÉCNICA CIENTÍFICA DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN AMBIENTAL

2019

Profesionales que aportaron a este documento:



ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	8
2	ANTECEDENTES	9
2.1	Instrumentos de gestión ambiental	9
2.2	Acciones realizadas en el marco de la función evaluadora	. 12
3	OBJETIVOS	13
3.1	Objetivo general	. 13
3.2	Objetivos específicos	. 13
4	ÁREA DE ESTUDIO	13
4.1	Clima	. 15
4.2	Contexto geológico y mineralización	. 15
5	CONTEXTO SOCIAL	15
5.1.	El origen de las comunidades campesinas	. 16
5.2.	Caracterización general de las comunidades campesinas del ámbito de estudio	. 17
5.3.	Perspectivas de la población frente al contexto económico y social existente	. 18
6	PARTICIPACIÓN CIUDADANA	19
7	METODOLOGÍA	20
7.1	Agua superficial y sedimento	. 21
7.1.1	Guías utilizadas para la evaluación	. 21
7.1.2	Ubicación de puntos de muestreo	. 22
7.1.3	Parámetros y métodos de análisis	. 24
7.1.4	Equipos utilizados	. 25
7.1.5	Aseguramiento de la calidad	. 25
7.1.6	Criterios de evaluación	. 25
7.1.7	Procesamiento de datos	. 26
7.2	Comunidades hidrobiológicas	. 29
7.2.1	Guías utilizadas para la evaluación	. 29
7.2.2	Ubicación de puntos de muestreo	. 29
7.2.3	Parámetros y métodos de análisis	. 29
7.2.4	Equipos utilizados	. 29
7.2.5	Aseguramiento de la calidad	. 29
7.2.6	Criterios de evaluación	. 30
7.3	Aire	. 33
7.3.1	Guías utilizadas para la evaluación	. 33
7.3.2	Ubicación de puntos de monitoreo	. 33
7.3.3	Parámetros y métodos de análisis	. 34



7.3.4	Equipos utilizados	34
7.3.5	Aseguramiento de la calidad	34
7.3.6	Criterios de evaluación	35
8	RESULTADOS Y ANÁLISIS	35
8.1 Ag	ua superficial	35
8.2 Se	dimento	48
8.3 Co	munidades hidrobiológicas	49
8.4 Air	e	66
8.4.1	Resultados y su comparación con las normas aprobadas en los IGA	68
8.4.2	Resultados y su comparación con la norma vigente	70
9	DISCUSIÓN	71
10	CONCLUSIONES	88
11	RECOMENDACIONES	89
12	ANEXOS	89
13	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Instrumentos de gestión ambiental del proyecto Haquira aprobados por el Minem 9
Tabla 2.2. Parámetros que superaron los ECA en la línea base del proyecto Haquira10Tabla 5.1. Caracterización de servicios básicos en las localidades estudiadas
Tabla 7.1. Ubicación de los puntos de muestreo de agua superficial y sedimento
Tabla 7.2. Parámetros y métodos de ensayo para el análisis de agua superficial24
Tabla 7.3. Parámetros y métodos de ensayo para el análisis de sedimento
Tabla 7.4. Componentes iónicos mayoritarios del agua
Tabla 7.5. Parámetros y métodos de ensayo para evaluar comunidades hidrobiológicas .29
Tabla 7.6. Rangos de detección y contenidos máximos de metales en peces30
Tabla 7.7. Valores de sensibilidad asignadas a las familias de macroinvertebrados
bentónicos para determinar el índice ABI32
Tabla 7.8. Estados de calidad ecológica del agua, según el ABI en Perú33
Tabla 7.9. Guías y protocolos para evaluar la calidad del aire 33
Tabla 7.10. Ubicación de los puntos de monitoreo para evaluar la calidad del aire34
Tabla 7.11. Parámetros considerados para la evaluación de la calidad del aire34
Tabla 7.12. Estándares de calidad para metales en aire de acuerdo con los criterios de
calidad ambiental de Canadá
Tabla 8.1. Resultados de medición de parámetros de campo para calidad de agua superficial
de la zona 1
Tabla 8.2. Concentraciones mínimas y máximas de metales y metaloides en los cuerpos de
agua de la zona 1
Tabla 8.3. Resultados de medición de parámetros de campo para calidad de agua superficial de la zona 2
Tabla 8.4. Concentraciones mínimas y máximas de metales y metaloides en los cuerpos de agua de la zona 2
Tabla 8.5. Resultados de parámetros de laboratorio para la calidad de sedimento en la zona
1
Tabla 8.6. Resultados de parámetros de laboratorio para la calidad de sedimento en la zona
2
Tabla 8.7. Riqueza de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos por orden y
temporada de evaluación50
Tabla 8.8. Abundancia de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos por orden y
temporada de evaluación51
Tabla 8.9. Índices de diversidad alfa de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos por
punto de muestreo y temporada de evaluación54
Tabla 8.10. Índices bióticos y calidad ecológica del agua por punto de muestreo y temporada
de evaluación55
Tabla 8.11. Riqueza de la comunidad del perifiton (microalgas) por phylum y temporada de
evaluación57
Tabla 8.12. Abundancia de la comunidad del perifiton por phylum y temporada de evaluación
Tabla 8.13. Índices de diversidad alfa de la comunidad del perifiton (microalgas) por punto
de muestreo y temporada de evaluación61
Tabla 8.14. Riqueza de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos por orden y
temporada de evaluación
Tabla 8.15. Abundancia de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos por orden y
temporada de evaluación63



Tabla 8.16. Índices de diversidad alfa de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo y temporada de evaluación
Tabla 8.17. Índices bióticos y calidad ecológica del agua por punto de muestreo y temporada de evaluación
Tabla 8.18. Riqueza de la comunidad del perifiton (microalgas) por phylum y temporada de evaluación
Tabla 8.19. Abundancia de la comunidad del perifiton por phylum y temporada de evaluación
Tabla 8.20. Índices de diversidad alfa de la comunidad del perifiton (microalgas) por punto de muestreo y temporada de evaluación
Tabla 8.21. Parámetros meteorológicos registrados en el área evaluada del 26 de julio al 2 de agosto de 2019
ÍNDICE DE FIGURAS
Figura 4.1. Mapa de ubicación del proyecto de exploración Haquira
Figura 5.1. Comunidades campesinas estudiadas en el ámbito del proyecto de exploración Haquira
Figura 7.1. Zonas de estudio en el área de influencia del proyecto de exploración Haquira21
Figura 7.2. Diagrama de Stiff27
Figura 7.3. Diagrama de Piper (1944)28
Figura 7.4. Clasificación geoquímica (diagrama de Ficklin) para el agua, basado en la suma de metales disueltos y el pH
Figura 8.1. Resultados de potencial de hidrógeno en mayo y agosto de 2019 en los cuerpos
de agua del a) Río Cconchaccota y tributarios b) Quebrada Huanacopampa y río Record37
Figura 8.2. Distribución en el diagrama de Piper de las concentraciones de iones en los
puntos de muestreo de agua de la microcuenca Conchacota en a) mayo 2019 y b) agosto 201939
Figura 8.3. Mapa hidroquímico de la microcuenca Conchacota en mayo de 201940
Figura 8.4. Mapa hidroquímico de la microcuenca Cconchaccota en agosto de 201941
Figura 8.5. Clasificación hidroquímica según el diagrama de Ficklin en la microcuenca Cconchaccota en: a) mayo 2019 y b) agosto 201941
Figura 8.6. Resultados de potencial de hidrógeno en mayo y agosto de 2019 en el río Pararani y tributario
Figura 8.7. Distribución en el diagrama de Piper de las concentraciones de iones en los puntos de muestreo de agua de la microcuenca Pararani en a) mayo y b) agosto de 2019
Figura 8.8. Mapa hidroquímico de la microcuenca Pararani en mayo de 201946
Figura 8.9. Mapa hidroquímico de la microcuenca Pararani en agosto de 201946
Figura 8.10. Clasificación hidroquímica según el diagrama de Ficklin en la microcuenca Pararani a) mayo 2019 y b) agosto 2019
Figura 8.11. Rosa de vientos en los puntos de monitoreo a) C.C. Huanacopampa (CA-HU-
01), b) C.C Ccahuanhuire (CA-CH-01) y c) C.C. Tambulla (CA-TA-01)68
Figura 8.12. Concentración de material particulado con diámetro menor a 2,5 micras y su comparación con el estándar
Figura 8.13. Concentración de material particulado con diámetro menor a 2,5 micras y su
comparación con el estándar70

Figura 8.14. Concentración de material particulado con diámetro menor a 10 micras y su
comparación con el estándar70
Figura 8.15. Concentración de material particulado con diámetro menor a 2,5 micras y su
comparación con el estándar71
Figura 9.1. Distribución de puntos de monitoreo de agua superficial en el área de influencia
del proyecto de exploración Haquira, y parámetros que excedieron los ECA para Agua (2008
y 2017) en la zona 172
Figura 9.2. Data histórica de potencial de hidrógeno de Minera Antares Peru SAC, así como
los de OEFA 2019 y su comparación con los ECA para Agua (2008 y 2017)73
Figura 9.3. Número de especies de a) macroinvertebrados bentónicas y b) microalgas del
perifiton en las temporadas de avenida y estiaje en la microcuenca Cconchaccota75
Figura 9.4. Calidad ecológica del agua a partir del índice ABI en las temporadas de avenida
y estiaje en la microcuenca Cconchaccota76
Figura 9.5. Data histórica de potencial de hidrógeno de Minera Antares Peru SAC, así como
los de OEFA 2019 y su comparación con los ECA para Agua (2008 y 2017)77
Figura 9.6. Distribución de puntos de monitoreo de agua superficial en el área de influencia
del proyecto de exploración Haquira, y parámetros que excedieron los ECA para Agua (2008
y 2017) en la zona 278
Figura 9.7. Número de especies de macroinvertebrados bentónicos en las temporadas de
avenida y estiaje en la microcuenca Pararani79
Figura 9.8. Número de especies de microalgas del perifiton en las temporadas de avenida
(mayo 2019) y estiaje (agosto 2019) en la microcuenca Pararani80
Figura 9.9. Calidad ecológica del agua a partir del índice ABI en las temporadas de avenida
(mayo 2019) y estiaje (agosto 2019) en la microcuenca Pararani81
Figura 9.10. Agrupamiento de las comunidades hidrobiológicas: a) macroinvertebrados
bentónicos y b) microalgas del perifiton82
Figura 9.11. Dirección de vientos registrados en los puntos de monitoreo del 26 de julio al 2
de agosto de 201984
Figura 9.12 Concentración de material particulado PM10 y PM2,5 obtenidos por el OEFA
(CA-HU-01) y el administrado (AQ-HA-01 y AQ-HA-03)84
Figura 9.13. Concentración de material particulado PM10 y PM2,5 obtenidos por el OEFA
(CA-CH-01) y el administrado (AQ-HA-02)85
Figura 9.14. Generación de material particulado por tránsito vehicular aledaño al punto de
monitoreo CA-CH-0185
Figura 9.15. Concentración de material particulado PM10 y PM2,5 obtenidos por el OEFA
(CA-TA-01) y el administrado (AQ-HA-04)86
Figura 9.16. Generación de material particulado por tránsito vehicular aledaño al punto de
monitoreo CA-TA-01
Figura 9.17. Porcentaje en masa de metales presentes en material particulado PM ₁₀ a) CA-
HU-01 (C.C. Huanacopampa), b) CA-CH-01 (C.C. Ccahuanhuire) y c) CA-TA-01 (C.C.
Tambulla)87

1 INTRODUCCIÓN

El presente informe corresponde a la Evaluación Ambiental Temprana (en adelante, EAT) realizada en el área de influencia del proyecto de exploración Haquira durante el 2019; contiene los resultados, el análisis y las conclusiones de los estudios realizados por la Subdirección Técnica Científica de la Dirección de Evaluación Ambiental del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), como parte del Plan Anual de Evaluación y Fiscalización Ambiental 2019 (Planefa, 2019).

El proyecto de exploración Haquira de la empresa Minera Antares Perú SAC, geográficamente se ubica en los distritos Challhuahuacho y Progreso, provincia Cotabambas y Grau, ambos en el departamento de Apurímac. Hidrográficamente, se ubica en el curso medio del río Record, entre los ríos Cconchaccota y Tambullamayocc, que desembocan en el río Record, tributario del río Apurímac, el cual pertenece a la red hidrográfica que drena sus aguas a la vertiente del Atlántico. Es importante mencionar que, el proyecto no se encuentra emplazado sobre un Área Natural Protegida (ANP) o zona de amortiguamiento.

La «Segunda Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado Categoría II del proyecto de exploración Haquira» (en adelante, SMEIAsd), aprobado mediante Resolución Directoral N.º 510-2015-MEM/DGAAM, refiere que las comunidades campesinas Huanacopampa, Lahuani, Pararani y Ccahuanhuire se encuentran en el área de influencia social directa; mientras que, los distritos Challhuahuacho y Progreso se encuentran en el área de influencia social indirecta.

En el referido proyecto se precisa que se realizó actividades de perforación desde el 2001, con la finalidad de delimitar cuerpos mineralizados de cobre de interés económico. Actualmente, Minera Antares Peru SAC no realiza actividades de perforación desde 2012.

El objetivo de la evaluación ambiental temprana en el proyecto de exploración Haquira fue verificar el estado de los componentes ambientales, a través de acciones de monitoreo ambiental por lo que, se realizaron 2 periodos de evaluación: del 29 de abril al 9 de mayo de 2019 y del 23 de julio al 1 de agosto de 2019 donde se evaluó el agua superficial, sedimento y comunidades hidrobiológicas de los ríos Cconchaccota y Pararani, y sus tributarios. Cabe señar que, se realizó la matriz aire en el segundo periodo.

El área de estudio se dividió en 2 zonas: microcuenca Cconchaccota y microcuenca Pararani. Para el análisis se realizó la comparación de los resultados obtenidos por el OEFA con los resultados presentados en la línea base ambiental de la SMEIAsd. Asimismo, los resultados fueron comparados con los estándares de calidad ambiental (ECA) con los que fue aprobada la modificatoria de SMEIAsd del proyecto, así como los ECA vigente.

Asimismo, la evaluación contempló para la interpretación los resultados los estudios especializados: caracterización geológica ²y determinación de niveles de fondo y referencia para metales, caracterización de parámetros edáficos en áreas de posible afectación de las comunidades campesinas Ccahuanhuire, Huanacopampa, Tambulla y Lahuani ³; además

¹ Evaluación ambiental realizada en el marco de la fiscalización ambiental después de las actividades de exploración del Proyecto «Haquira».

²Anexo 7. Informe N.º 00271-2019-OEFA/DEAM-STEC. Estudio especializado: Caracterización geológica en el ámbito de la Evaluación ambiental temprana en el proyecto de exploración Haquira en el 2019.

³ Anexo 8. Informe N.º 00279-2019-OEFA/DEAM-STEC. Determinación de niveles de fondo y de referencia para metales y caracterización de parámetros edáficos en áreas de posible afectación de las comunidades campesinas Ccahuanhuire, Huanacopampa, Tambulla y Lahuani dentro del área de influencia del proyecto de exploración Haquira, ubicado en el distrito Challhuahuacho, provincia de Cotabambas, y distrito de Progreso, provincia Grau, departamento Apurímac.

incluye la evaluación de flora y fauna silvestre durante mayo 2019 cuyos resultados y conclusiones se encuentran en el Anexo 9⁴.

La información contenida en este informe constituirá una fuente informativa, completa y confiable para las acciones posteriores de fiscalización y supervisión ambiental a cargo del OEFA.

2 ANTECEDENTES

Con la finalidad de llevar a cabo de manera adecuada la EAT en el área de influencia del proyecto de exploración Haquira, se procedió a identificar las actividades económicas desarrolladas en el área de estudio. Asimismo, se realizó una recopilación, revisión y síntesis de la información ambiental existente.

2.1 Instrumentos de gestión ambiental

El proyecto de exploración Haquira cuenta con IGA aprobados por el ministerio de Energía y Minas (en adelante, Minem), los cuales se detallan en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1. Instrumentos de gestión ambiental del proyecto Haquira aprobados por el Minem

N.°	Administrado	Título del IGA	Número de Resolución	Fecha de aprobación	Organismo que aprobó
1		Evaluación Ambiental del Proyecto de exploración minera «Haquira» - Categoría C	Resolución Directoral N.° 484-2005-MEM/AAM	10 de noviembre de 2005	Ministerio de Energía y Minas (Minem)
2		Modificación de la Evaluación Ambiental del Proyecto de Exploración Minera «Haquira»- Categoría C, a desarrollarse en las concesiones mineras Haquira 1, Haquira 2, Haquira 3, Haquira 4 y Gato 5	Resolución Directoral N.° 373-2006-MEM/AAM	04 de setiembre de 2006	Ministerio de Energía y Minas (Minem)
3		Modificación de la Evaluación Ambiental – Categoría C del Proyecto de exploración minera «Haquira», a desarrollarse en las concesiones mineras Haquira 2, Haquira 3, Haquira 4	Resolución Directoral N.° 182-2007-MEM/AAM	4 de mayo de 2007	Ministerio de Energía y Minas (Minem)
4	Minera Antares Perú SAC	Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado del Proyecto de Exploración Minera «Haquira» ,a desarrollarse en las concesiones mineras Haquira 2, Haquira 3, Haquira 4 y Haquira 5	Resolución Directoral N.° 160-2010-MEM/AAM	11 de mayo de 2010	Ministerio de Energía y Minas (Minem)
5		Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado del Proyecto de Exploración Minera «Haquira», a desarrollarse en las concesiones mineras Haquira 2, Haquira 3, Haquira 4 y Haquira 5	Resolución Directoral N.° 298-2012-MEM/AAM	14 de setiembre de 2012	Ministerio de Energía y Minas (Minem)
6		Informe Técnico Sustentatorio de la Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado de las actividades de Exploración «Haquira»	Resolución Directoral N.° 387-2014-MEM/DGAAM		Ministerio de Energía y Minas (Minem)
7		Segunda modificación del Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado Categoría II del	Resolución Directoral N.° 510-2015-MEM/DGAAM	30 de diciembre de 2015	Ministerio de Energía y Minas (Minem)

...

⁴ Anexo 9. Informe N.° 00280-2019-OEFA-DEAM-STEC. Evaluación de flora y fauna silvestre en el área de influencia del proyecto de exploración Haquira, distrito Challhuahuacho, provincia Cotabambas y distrito Progreso, provincia Grau, departamento Apurímac.

N.°	Administrado	Título del IGA	Número de Resolución	Fecha de aprobación	Organismo que aprobó
		proyecto de exploración «Haquira»			
8		Informe Técnico Sustentatorio de la Segunda Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado – Categoría II del proyecto de exploración «Haquira», para reubicación de 100 plataformas de perforación aprobadas, los cuales se encuentran dentro del área efectiva aprobada y accesos proyectados; así como la reubicación de una estación de monitoreo de calidad de aire y ruido		16 de diciembre de 2016	Ministerio de Energía y Minas (Minem)
O		Segundo Informe Técnico Sustentatorio de la Segunda Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado – Categoría II del proyecto de exploración «Haquira», ampliación del cronograma de actividades de exploración por un año adicional, reducción de 112 de 418 plataformas aprobadas e incremento de 44 nuevas plataformas (total 350 plataformas)	Resolución Directoral N.º 141-2019/MINEM-	9 de agosto de 2019	Ministerio de Energía y Minas (Minem)

En la Tabla 2.2 se presenta un breve resumen de los parámetros que superaron los ECA y que se menciona en los IGA aprobados en las diferentes etapas del proyecto Haquira.

Tabla 2.2. Parámetros que superaron los ECA en la línea base del proyecto Haguira

	Ubicación	Titular	Proyecto	Resolución de aprobación	Zonas de Posible Influencia	Parámetros excedidos
1	Distritos Challhuahuacho y Progreso	Minera Antares Perú SAC	Proyecto de exploración minera «Haquira» - Categoría C	Resolución Directoral N.º 484-2005- MEM/AAM	Manantial de la comunidad de Pararani (PMA22)	pH♭
2	Distritos Challhuahuacho y Progreso	Minera Antares Perú SAC	Modificación de la Evaluación Ambiental – Categoría C del Proyecto de exploración minera «Haquira»	Resolución Directoral N.° 373-2006- MEM/AAM	SW-REC-10	Plomo total ^c
	-	acho y Antares Semidetallado del	Estudio de Impacto	Resolución	SW-HA-30 MA-CE-07A MA-CE-76A MA-CO-70A MA-HU-01A	pH ^{e,f}
3	Distritos Challhuahuacho y Progreso		Directoral N.° 298-2012- MEM/AAM	MA-CO-70A SW-HA-80 SW-HA-110 SW-HA-120 SW-HA-90 SW-HA-120	Cu ^{e,f} Fe ^{e,f}	
					MA-CO-70A	Zne,f
4	Distritos		Informe Técnico		SW-HA- 90	pH ^{e,f}
	Challhuahuacho y		Sustentatorio de la		MA-CO-70	Cu ^{e,f}

	Ubicación	Titular	Proyecto	Resolución de aprobación	Zonas de Posible Influencia	Parámetros excedidos
	Progreso	Minera Antares Perú SAC.	Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado de las actividades de	Resolución Directoral N.° 387-2014- MEM/DGAAM	SW-HA-80 SW-HA-90 SW-HA-110 SW-HA-120	Fe ^{e,f}
			Exploración «Haquira»		MA-CO-70A	$Zn^{e,f}$
5	Distritos Challhuahuacho y Progreso	Minera Antares Perú SAC	Segunda modificación del Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado Categoría II del	Resolución Directoral N.º 510-2015- MEM/DGAAM	SW-HA-20 SW-HA-30 SW-HA-10 SW-HA-10 SW-HA-50 LK-HA-10 LK-HA-20 río Cconchaccota y Huanacopampa SW-HA-120 SW-HA-80 SW-HA-90 SW-HA-90 SW-HA-110 SW-HA-120 Microcuenca del rio Ceuñama SW-HA-60 SW-HA-70 SW-HA-130 SW-HA-150 Cuenca del rio Record SW-HA-10 SW-HA-100 SW-HA-120 Microcuenca del rio Ceuñama	pH ^{d,f}
			proyecto de exploración «Haquira»		SW-HA-80 SW-HA-110 SW-HA-120 SWHA-90 SW-HA-150	Fe ^{d,e}
					SU-LB-ECA-39 SU-LB-ECA-60 SU-LB-ECA-61 SU-LB-ECA-67 SU-LB-ECA-71 SU-LB-ECA-73 SU-LB-ECA-76 SU-LB-ECA-78 SU-LB-ECA-81 SU-LB-ECA-82 SU-LB-ECA-82 SU-LB-ECA-84 SU-LB-ECA-86 SU-LB-ECA-89 SU-LB-ECA-90 SU-LB-ECA-90 SU-LB-ECA-97 SU-LB-ECA-98 SU-LB-ECA-98 SU-LB-ECA-99 SU-LB-ECA-99 SU-LB-ECA-99 SU-LB-ECA-99 SU-LB-ECA-99 SU-LB-ECA-157 SU-LB-ECA-157	As ⁹

Ubicación	Titular	Proyecto	Resolución de aprobación	Zonas de Posible Influencia	Parámetros excedidos
				SU-LB-ECA-167 SU-LB-ECA-168	
				SU-LB-ECA-95 SU-LB-ECA-104 SU-LB-ECA-213 SU-LB-ECA-214 SU-LB-ECA-215 SU-LB-ECA-216 SU-LB-ECA-217 SU-LB-ECA-218	As ^h
				SU-LB-ECA-71 SU-LB-ECA-94 SU-LB-ECA-95 SU-LB-ECA-96	Cd ^g
				SU-LB-ECA-103 SU-LB-ECA-104 SU-LB-ECA-106 SU-LB-ECA-107 SU-LB-ECA-110 SU-LB-ECA-111	Cd ^h
				SU-LB-ECA-39 SU-LB-ECA-40 SU-LB-ECA-51 SU-LB-ECA-77 SU-LB-ECA-157 SU-LB-ECA-168	Pb ⁹
				SU-LB-ECA-227 SU-LB-ECA-228 SU-LB-ECA-229	Cromo hexavalente ^g
				AQ-HA-01 AQ-HA-04 AQ-HA-05	PM _{2.5} a

Fuente: Instrumentos de Gestión Ambiental (IGA) aprobados por el Ministerio de Energía y Minas - Minem

- (a) ECA Aire. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del aire. D.S. Nº 074-2001-PCM, D.S. Nº 003-2008-MINAM y D.S. N° 069-2003 PCM.
- (b) Resolución Ministerial Nº 011-96-EM/VMM Niveles máximos permisibles para efluentes líquidos de las actividades minero-metalúrgicas.
- (c) ECA Agua del Decreto Supremo N.º 261 69 AP Reglamento de los títulos I, II y III del Decreto Ley Nº 17752 «Ley General de Aguas», CLASE III, Aguas para riego de vegetales de consumo crudo y bebidas de animales.
- (d) ECA Agua del Decreto Supremo N.º 002-2008-MINAM, Categoría 3, Subcategoría D1 Riego de vegetales.
 (e) ECA Agua del Decreto Supremo N.º 002-2008-MINAM, Categoría 3, Subcategoría D2 Bebidas de animales.
- ECA Agua del Decreto Supremo N.º 002-2008-MINAM, Categoría 4, Subcategoría E2 Río de costa y sierra.
- Supera el valor del ECA (D.S. N.º 002-2013-MINAM) para suelos de uso agrícola.
- Supera el valor del ECA (D.S. N.º 002-2013-MNAM) para suelos de uso industrial/extractivo.

2.2 Acciones realizadas en el marco de la función evaluadora

La presente evaluación ambiental se realiza dando cumplimiento a la función evaluadora del OEFA establecida en la Ley N° 29325, Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental – Sinefa, donde se establece que la función evaluadora comprende las acciones de vigilancia, monitoreo y otras similares que realiza el OEFA, según sus competencias para asegurar el cumplimiento de las normas ambientales.

El 16 de diciembre de 2016 se aprobó el Informe N.º 112-2016-OEFA/DE-SDLB-CEAI titulado «Evaluación ambiental en las áreas de influencia de las unidades fiscalizables por el OEFA (minería), ubicadas en la intercuenca Alto Apurímac, durante el año 2016», en el cual se incluyó al proyecto de exploración Haquira de la empresa Minera Antares Peru SAC, afirmando que los ríos Record, Cconchaccota y la quebrada Secceca presentaron características alcalinas, y en estos cuerpos de agua se reportaron concentraciones de plomo que superaron los ECA para Agua (2015), categoría 4 (E2: Conservación de ríos de Costa y Sierra).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Realizar la evaluación ambiental temprana en el área de influencia del proyecto de exploración Haquira y áreas aledañas, durante el 2019.

3.2 Objetivos específicos

Evaluar la calidad ambiental del agua y sedimentos en los ríos Cconchaccota y Pararani, así como sus tributarios.

Evaluar la composición y diversidad de las comunidades hidrobiológicas en los ríos Cconchaccota y Pararani, así como sus tributarios.

Evaluar la calidad ambiental del aire en las comunidades campesinas de Ccahuanhuire, Huanacopampa y Tambulla.

4 ÁREA DE ESTUDIO

El proyecto de exploración Haquira se encuentra ubicado políticamente en el distrito Chalhuahuacho, provincia de Cotabambas y distrito de Progreso, provincia de Grau, ambos en el departamento Apurímac (Figura 4.1).

Hidrográficamente, este proyecto se encuentra entre los ríos Cconchaccota y Tambullamayocc, cuyas aguas tributan en la parte media de la microcuenca del río Record y este al río Apurímac, el mismo que pertenece a la red hidrográfica que drena sus aguas a la vertiente del Atlántico.

El área de evaluación comprendió el área de influencia del Proyecto Haquira⁵, dividiéndose en 2 zonas (Figura 4.2):

- Zona 1: Microcuenca Cconchaccota que comprendió los ríos Conchacota, Record, quebradas Cinca Orjo, Lomas, Sutcuna y las áreas de su entorno
- Zona 2: Microcuenca Pararani que comprendió los ríos Pararani, Tambullamayoc y quebradas Chojollo, Callachalla y las áreas de su entorno.

Es importante precisar que, para el estudio de suelos se consideraron los terrenos de las comunidades campesinas Ccahuanhuire, Huanacopampa, Tambulla y Lahuani que se encuentran circunscritos al área de influencia del proyecto de exploración Haquira.

⁵ Área de influencia extraída de la «Segunda Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado Categoría II del proyecto de exploración Haquira» aprobado mediante Resolución Directoral N.º 387-2014-MEM/DGAAM.

Ministerio del Ambiente

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

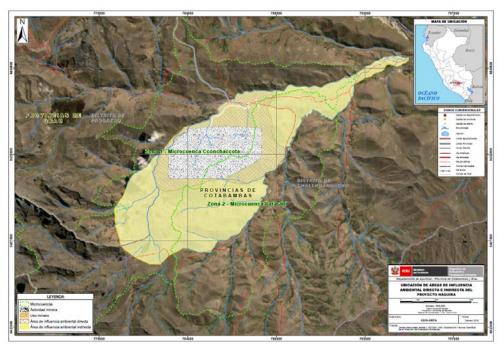


Figura 4.1. Mapa de ubicación del proyecto de exploración Haquira

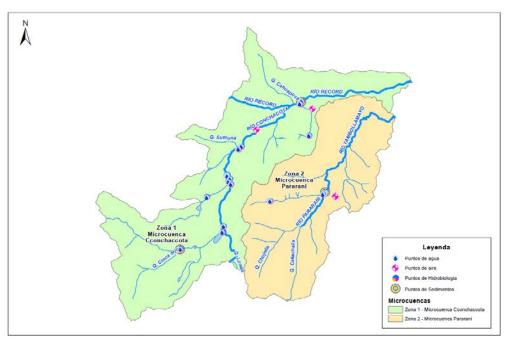


Figura 4.2. Zonas de estudio en el área de influencia del proyecto de exploración Haquira

Fuente: Área de influencia extraída de la «Segunda Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado Categoría II del proyecto de exploración Haquira» aprobado mediante Resolución Directoral N.º 387-2014-MEM/DGAAM.

4.1 Clima

En la «Segunda Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado Categoría II del proyecto de exploración Haquira» ⁶ se describe que en el área del proyecto de exploración Haquira, la temperatura media mensual varía de 14,1 °C (febrero) a 2,9 °C (julio). La precipitación presenta un régimen muy estacional, caracterizado por meses Iluviosos durante el periodo de diciembre a marzo (época húmeda) y periodos prolongados de escasa Iluvia durante junio a agosto (época seca), con alternancia de los periodos de transición (abril – mayo, setiembre – noviembre). La velocidad presenta una dirección resultante total Sur (S) con un ángulo de 180°. En la época húmeda (verano) se presenta el mayor porcentaje de humedad relativa. Finalmente, de acuerdo con la clasificación climática en el proyecto se identifica un tipo de clima Lluvioso – Frío con otoño e invierno seco (BC´o,i).

4.2 Contexto geológico y mineralización

El proyecto de exploración Haquira se encuentra en el flanco porfirítico de Cu-Fe-Mo-Au de Andahuaylas-Yauri asociada a las Formaciones Murco y Arcurquina del Cretácico y secuencias sedimentarias del Grupo Yura del Jurásico; y está relacionada con los sistemas de pórfido y cobre generados por los intrusivos del Oligoceno, incluido el pórfido de Haquira. Según el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET, 2003) el mencionado proyecto se ubica en la Franja XV: Pórfidos-Skarn de Cu-Mo (Au, Zn) y depósitos de Cu-Au-Fe relacionados con intrusivos del Eoceno-Oligoceno.

La mineralización se produce como óxidos de cobre y calcocita secundaria (supergénica) en forma de una capa de cobre secundaria o supergénica enriquecida subparalela, y en forma de stockworks que contienen sulfuro de cobre y sistemas de vetas laminadas de grados interesantes en primaria subyacente (hipógena) estilo pórfido-cobre. Además, existe cierto potencial para los skarns desarrollados en rocas de carbonato adyacentes a los intrusos de pórfido (Rozelle y Lips, 2010).

5 CONTEXTO SOCIAL

En el área de influencia del Proyecto de exploración Haquira se han evaluado componentes ambientales de las Comunidades Campesinas (en adelante, CC) de Huanacopampa, Ccahuanhuire, Lahuani, Pararani, Cconchacota, Cuchuhuacho, Ccasa y Tambulla; por lo que se ha considerado pertinente describir el contexto comunitario de sus poblaciones, considerando para este fin la reseña sobre el origen de las comunidades campesinas, la caracterización de los servicios básicos con los que disponen y un breve análisis sobre las perspectivas de la población frente a la realidad económica y social que se tiene en el territorio donde se ubican.

⁶ «Segunda Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado Categoría II del proyecto de exploración Haquira» aprobado mediante Resolución Directoral N.º 510-2015-MEM/DGAAM Ministerio

del Ambiente

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

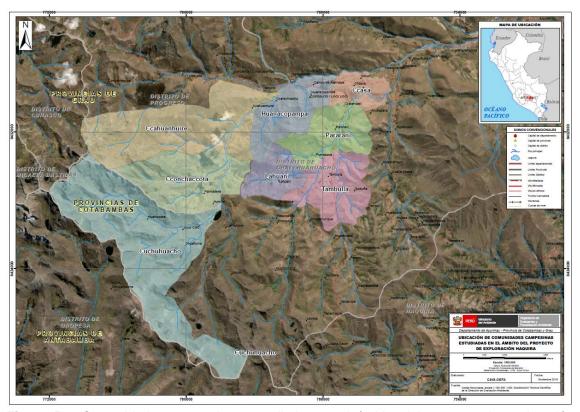


Figura 5.1. Comunidades campesinas estudiadas en el ámbito del proyecto de exploración Haquira

5.1. El origen de las comunidades campesinas

Históricamente, las comunidades campesinas existentes hoy en día en el ámbito del estudio tienen antecedentes en los ayllus prehispánicos, las reducciones coloniales instauradas por el Virrey Toledo en el siglo XVI y más recientemente en el reordenamiento territorial generado por la Ley de la Reforma Agraria de los años 60 por el que se expropiaron tierras de grandes propiedades para adjudicarlas a colectivos campesinos que eran "feudatarios" y/o "siervos" de sus propietarios.

Geopolíticamente, hacia finales del siglo XVI se creó el corregimiento de Cotabambas que pertenecía al departamento del Cusco, cuya cabecera original que se encontraba en el poblado de Haquira fue trasladado al pueblo de Tambobamba. Desde ese corregimiento se desplegó una campaña de evangelización que fue resistida en algunos eventos de rebelión en 1596, 1697 y 1730. Posteriormente, ya en la época Republicana, la organización territorial y política de Cotabambas empezó a tomar forma con la creación de los distritos de Tambobamba, Cotabambas, Chuquibambilla, Haquira, Mamara, Mara y Huayllati el 2 de enero de 1857 (Aguilar, 2002).

En la actual época contemporánea, en 1994, durante el gobierno de Alberto Fujimori se creó mediante la Ley N.º 2639 el distrito de Challhuahuacho, generando una secesión territorial en la provincia de Grau que provocó ambigüedad y conflictos con respecto a los límites provinciales, principalmente en lo que correspondía a la pertenencia de la CC de Huanacopampa al distrito de Progreso (provincia de Grau) o al distrito de Challhuahuacho (provincia de Cotabambas). Actualmente, esta comunidad pertenece al distrito de Challhuahuacho, pero aún persisten las disputas por parte de su territorio.

Ministerio del Ambiente

> Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

5.2. Caracterización general de las comunidades campesinas del ámbito de estudio

Respecto a la institucionalidad y organización de las CC, estás tienen una existencia reconocida en los artículos 88 y 89 de la Constitución Política del Estado, que las considera como personas jurídicas, autónomas en su organización, en el trabajo comunal y en el uso y la libre disposición de sus tierras, así como en lo económico y administrativo, dentro del marco que la ley le faculta. Asimismo, la propiedad de sus tierras es imprescriptible, salvo en el caso de abandono previsto en el artículo 89; al mismo tiempo el Estado respeta su identidad cultural.

Las CC cuentan con su respectiva "asamblea comunal" que representa la máxima autoridad, en ella se tiene el espacio que propicia la participación plena con voz y voto de los "comuneros calificados" y en ella se toman las decisiones que deben ser acatadas por sus directivas bajo estricto cumplimiento 7. La población de las CC estudiadas se auto identifican como comunidades indígenas originarias8.

En relación con los servicios básicos, en lo referente a los servicios educativos, todas las CC cuentan con instituciones educativas del nivel primario; pero solamente la mitad (cuatro) cuentan con el nivel secundario; por lo que el estudiantado de las comunidades de Ccahuanhuire, Cuchuhuacho, Huanacopampa y Pararani que concluye la primaria se tienen que desplazar a comunidades o a ciudades cercanas para continuar sus estudios secundarios.

En lo que concierne a los servicios de saneamiento (agua potable y alcantarillado), las CC estudiadas cuentan con servicios muy precarios en las que se observa que tienen servicios limitados de aqua entubada no tratada que abastece algunas piletas públicas y unas pocas a las casas mediante redes domiciliarias, Las tomas de agua (fuentes) para el consumo y la higiene son diversas, mencionándose acequias, ojos de agua, pozos y riachuelos. Sobre el alcantarillado no se ha evidenciado u observado servicios públicos en localidades del ámbito de estudio.

Sobre el servicio de energía eléctrica algunas viviendas de todas las CC cuentan con el servicio de iluminación provisto por el Estado a través de paneles fotovoltaicos; mientras que, las viviendas que no cuentan con ese beneficio utilizan velas y mecheros para alumbrarse. Respecto a la energía para la generación de calor y uso como combustible para las cocinas en la mayoría de las viviendas se utilizan fuentes tradicionales como la leña y la bosta.

En el campo de los servicios de la salud: Tambulla cuenta con un establecimiento de nivel I-2; mientras que Cconchacota, Cuchuhuacho y Ccasa cuentan con establecimientos de nivel I-1; de modo que, para el tratamiento preventivo de primera atención para los pobladores del resto de las comunidades, estos acuden a donde hay establecimientos cercanos.

⁷ Esto en el marco de la Ley Nº24656 que concierne a la propiedad de la tierra, su organización y la respectiva administración de los recursos comunales.

⁸ El Ministerio de Cultura del Perú registra en una base de datos a las comunidades indígenas y nativas que cumplen las condiciones de: conservación de idioma, costumbres, fiestas, organización, administración, conservación de tierras y recursos naturales, entre otras condiciones; las CC del ámbito del estudio se encuentran es ese registro.

Ministerio del Ambiente

> Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

Tabla 5.1. Caracterización de servicios básicos en las localidades estudiadas

Servicios		32 -			Comunida des O	Campesinas			
		Huanacopampa	Ccahua huire	Lahuani	Pararani	Cconchacota	Cuch uhua cho	Ccasa	Tambulla
	Inicial	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI
Educación	Prima ria	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Educa cion	Secundaria	NO	NO	SI	NO	SI	NO	SI	SI
	Superior	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Saneamiento	Agua	Parcial. Entubada para algunos usuarios sin						Parcial. Entubaba para algunos usuarios, sin	
	Alcantarillado	tratamiento NO	tratamiento NO	tra tami ento.	tra tami ento.	tra tami ento.	tra tami ento.	tratamiento.	trata mi ento.
Energía	electricidad	Parcial. Fotovoltaica por proyecto FISE en algunas zonas	Parcial. Fotovoltaica por proyecto FISE en algunas zonas Tradicional.	Parcial. Fotovoltaica por proyecto FISE en algunas zonas Tradicional.	Parcial. Fotovoltaica por proyecto FISE en algunas zonas Tradicional.	Parcial. Fotovoltaica por proyecto FISE en algunas zonas Tradicional.	Parcial. Fotovoltaica por proyecto FISE en algunas zonas Tradicional.	Parcial. Fotovoltaica por proyecto FISE en algunas zonas Tradicional.	Parcial. Fotovoltaica por proyecto FISE en algunas zonas Tradicional.
	Cocina	Tradicional. de leña, bosta y excepcional- mentegas	de leña, bosta y excepcional- mente gas						
Salud	Puesto de salud y nivel	NO	NO	SI Nivel I-2	SI Nivel I-2	SI Nivel I-1	SI Nivel I-1	SI Nivel I-1	SI Nivel I-2
Telecomunica- ciones	Voz	Claro	Movistar Claro	Movistar	NO	Claro	Claro	Movistar Claro Bitel	NO
	Datos	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

Fuente: Informe N.º 00294-2019-OEFA/DEAM-STEC. Diagnóstico de la situación comunitaria de las localidades ubicadas en el ámbito del proyecto de exploración Haquira

5.3. Perspectivas de la población frente al contexto económico y social existente

En lo referente al contexto económico, político y social en las localidades estudiadas, la agricultura de secano genera productos de pan llevar que se utilizan para el autoconsumo y muy limitadamente para su comercialización. Los pobladores refieren que se tiene una reducida productividad debido a las condiciones climáticas y a la falta de mejoras tecnológicas en los métodos de cultivo y las prácticas de riego. Asimismo, los comuneros indican que la pequeña ganadería y su poca productividad sería por la falta de pastos y la carencia de tecnológicas para mejorar la calidad de la producción.

Económica y socialmente la presencia de la actividad minera en la zona (hay otros proyectos ya en marcha) ha propiciado la conformación de un mercado de bienes y servicios que tradicionalmente eran intercambiados en economías de trueque entre comuneros, campesinos y vecinos de la capital distrital Challhuahuacho.

A la par, la presencia de proyectos mineros en la zona genera la sensación de una mayor oferta de empleos; lo que causa desazón en parte de la población que ve oportunidades laborales inaccesibles para ellos por no tener las calificaciones necesarias para tomarlas.

Otro fenómeno se da con el movimiento migratorio de profesionales, técnicos y obreros que llegan a Chalhuahuacho para trabajar, lo que a su vez genera el incremento de precios en comercios y servicios que requieren de ingresos monetarios que los comuneros no disponen para utilizarlos.

Entonces, la oportunidad de obtener empleos a través de las empresas es una demanda permanente en el imaginario de los comuneros, como así también lo es el de lograr mejores condiciones y capacidades para poder acceder a estas ofertas.

Un caso interesante que se ha podido observar es el de la relocalización de la población de Fuerabamba, como parte de la negociación para la explotación de la Unidad Minera Las Bambas, a la localidad de Nueva Fuerabamba, la que ha sido completamente construida por la empresa correspondiente. De este modo la población de las localidades estudiadas ven como una aspiración lograr condiciones similares o aún mejores de reubicación como parte de sus negociaciones.

Es así como las situaciones que se vienen dando a raíz de las demandas, negociaciones, logros y fracasos de las poblaciones frente la empresa minera que opera en la zona, estas son vistas como un ejemplo y aprendizaje para las negociaciones que actualmente se están dando y las que se vislumbra se darán en el futuro 9.

6 PARTICIPACIÓN CIUDADANA

Ministerio

del Ambiente

La participación ciudadana en el área de influencia del proyecto de exploración Haquira, se sustenta en la Resolución de Consejo Directivo N.º 032-2014-OEFA/CD, «Reglamento de participación ciudadana en las acciones de monitoreo ambiental a cargo del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental» y su modificatoria aprobada mediante la Resolución de Consejo Directivo N.º 003-2016-OEFA/CD, el cual menciona las siguientes etapas de participación ciudadana:

- Etapa 1. Coordinación previa con los actores involucrados
- Etapa 2. Convocatoria
- Etapa 3. Inscripción en los programas de inducción
- Etapa 4. Realización de la inducción
- Etapa 5. Taller para la presentación de la propuesta del Plan del MAP
- Etapa 6. Ejecución del MAP
- Etapa 7. Taller para la presentación de los resultados del monitoreo realizado

Etapas desarrolladas

Del 28 de febrero al 2 de marzo de 2019 se realizó la coordinación previa con los actores sociales involucrados, así como la convocatoria e inscripción para los programas de inducción a través de los presidentes de las comunidades campesinas Ccahuanhuire, Pararani, Lahuani y Pararani; asimismo, se identificó la situación social y la percepción de las autoridades respecto a la realización de la EAT.

Del 3 al 9 de marzo de 2019 se realizó el reconocimiento técnico, con el fin de determinar el área de estudio para la evaluación, los componentes ambientales por evaluar (identificación de puntos); así como, el planteamiento final de la red de puntos de muestreo, parámetros a ser evaluados y los aspectos técnico-logísticos.

Del 18 al 21 de marzo de 2019 se realizaron los talleres de inducción y presentación de la propuesta del plan de monitoreo en las comunidades campesinas Huanacopampa, Ccahuanhuire, Cconchaccota, Cuchuhuacho, Lahuani, Ccasa, Pararani, Tambulla y el anexo Ccarayhuacho (C.C. Huanacopampa) ubicadas en el área de influencia del proyecto de exploración Haquira.

Del 29 de abril al 9 de mayo de 2019 se realizó la primera ejecución de monitoreo ambiental (con participación ciudadana) de agua, sedimento, comunidades hidrobiológicas, flora y

⁹ La reseña presentada en este capítulo se basa en el informe especializado de diagnóstico comunitario que se pueden encontrar en los anexos del presente informe.

fauna en las comunidades campesinas Cconchaccota, Cuchuhuacho, Lahuani, Ccasa y Tambulla.

Del 23 de julio al 11 de agosto de 2019 se realizó la segunda ejecución de monitoreo ambiental (con participación ciudadana) de agua, sedimento, comunidades hidrobiológicas, aire, suelo y caracterización geológica y geoquímica de rocas; en las comunidades campesinas Lahuani, Cconchaccota, Cuchuhuacho, Ccasa y Tambulla.

En la Tabla 6.1, se muestra la cantidad de personas por género que participaron en cada una de las etapas de la EAT, siendo un total de 226 participaciones. En el Anexo 6: Participación ciudadana se detalla sobre las etapas realizadas en las comunidades.

Tabla 6.1. Participación ciudadana en la ejecución de la EAT en el área de influencia del proyecto

de exploración Haguira

Etapa	Lugar / Fecha	Participantes	Participantes	Total
'	Lagar / 1 dona	hombres	mujeres	rotar
Etapa 1: Coordinación previa con los actores involucrados	Del 28 de febrero al 02 de	22	2	24
Etapa 2: Convocatoria ^(A)	marzo de 2019			
Etapa 3: Inscripción en los programas de inducción	Del 19 al 21 de marzo de 2019	75	73	148
	Huanacopampa 19/03/2019	7	13	20
	Cuchuhuacho 19/03/2019	6	28	34
	Cconchaccota 19/03/2019	12	6	18
	Lahuani 19/03/2019	15	4	19
Etapa 4: Realización de la inducción	Anexo Ccarayhuacho 20/03/2019	9	7	16
	Ccasa 21/03/2019	11	8	19
	Ccahuanhuire 21/03/2019	11	5	16
	Tambulla 21/03/2019	4	2	6
Etapa 5: Taller para la presentación de la propuesta del plan**	Del 19 al 21 de marzo del 2019	75	73	148
	Agua, sedimento e hidrobiología	6	1	7
Etapa 6: Ejecución del monitoreo	Flora y fauna	21	9	30
	Suelo	10	4	14
	Aire	1	2	3
Etapa 7: Taller para la presentación de resultados ^(B)	Local comunal			

^{**} Se llevó a cabo inmediatamente después de la realización de la inducción en cada comunidad.

7 METODOLOGÍA

En esta sección se proporciona la información de la metodología aplicada en la EAT en el área de influencia del proyecto de exploración Haquira. La estructura de este ítem se divide por matrices ambientales; cabe precisar que, la toma de muestras se realizó en mayo y agosto de 2019.

Para una mejor interpretación y análisis de los resultados el estudio se dividió en 2 zonas (solo para agua, sedimento y comunidades hidrobiológicas), los mismos que se definen a continuación:

No se cuenta con registro.

⁽A) La convocatoria se realizó formalmente a través del envío de cartas y oficios a las autoridades correspondientes, así también mediante una gigantografía afuera de los locales comunales de las comunidades campesinas

⁽B) Actividad pendiente hasta la emisión del informe final.

- Zona 1 Microcuenca Cconchaccota: Esta zona comprendió desde la naciente del río Cconchaccota (RConc-1, RConc-2, RConc-3, RConc-4, RConc-5, RConc-6, RConc-7 y RConc-8) y sus tributarios (QSnom-1, QSnom-2, QSnom-3 y QSnom-4). Cabe precisar que, se consideró la quebrada Cuchuhuacho (QCuch-1) tributario de la laguna Taihuiri. Adicionalmente, se evaluaron la quebrada Huanacopampa (QHuan-2 y QHuan-1) y la confluencia de este con el río Record (RReco-3).
- Zona 2 Microcuenca Pararani: Esta zona comprendió desde la parte alta del río Pararani (RPara-1, RPara-2A y RPara-6) y su tributario la quebrada Lahuani (QLahu-1 y QLahu-2).

Para la evaluación de calidad de aire se unificó ambas zonas de estudio para un mejor análisis y comprendió las comunidades campesinas de Ccahuanhuire (CA-CH-01), Tambulla (CA-TA-01) y Huanacopampa (CA-HU-01).

En la Figura 7.1 se muestra la distribución de puntos de muestreo por matrices evaluadas.

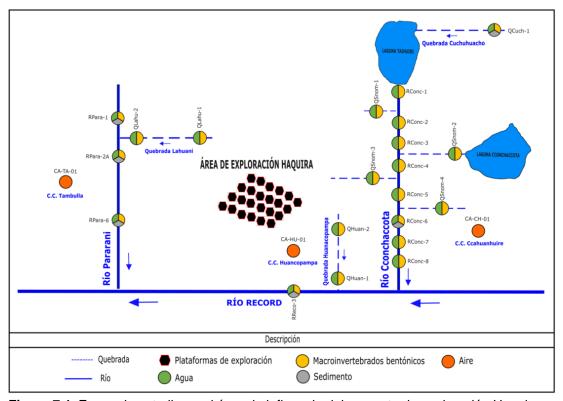


Figura 7.1. Zonas de estudio en el área de influencia del proyecto de exploración Haquira

7.1 Agua superficial y sedimento

En los apartados siguientes se muestra información de la evaluación de la calidad del agua superficial y sedimentos, describiéndose las guías utilizadas, los puntos de muestreo establecidos, los parámetros y métodos de análisis, los equipos utilizados, el aseguramiento de la calidad y criterios de evaluación.

7.1.1 Guías utilizadas para la evaluación

La toma de muestras de agua superficial se enmarcó en el Capítulo 6: «Monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales» del «Protocolo Nacional para el Monitoreo de

la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales», aprobado mediante Resolución Jefatural N.º 010-2016-ANA. En el mencionado capítulo se establecen los criterios técnicos y los lineamientos generales que se deben de seguir, desde las actividades de monitoreo hasta el transporte de las muestras de agua para su análisis en un laboratorio acreditado ante el Instituto Nacional de Calidad ¹⁰ (Inacal); así también, se tomó en cuenta el «Manual de Hidrometría» elaborado por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (Senamhi, 2016), para la medición de caudal en los cuerpos de agua evaluados.

La toma de muestra de sedimentos se realizó tomando en cuenta los lineamientos establecidos en los manuales técnicos de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA). Del Manual Técnico Métodos para Colección, Almacenamiento y Manipulación de Sedimento para Análisis Químicos y Toxicológicos, se tomó en cuenta el Capítulo 3: Colección de sedimentos enteros y el Capítulo 5: Manipulación de sedimentos; así mismo, del Procedimiento de Operación Estándar–Muestreo de Sedimento, se tomó en cuenta el Ítem 7: Preservación de Muestras, contenedores, manipulación y almacenamiento.

7.1.2 Ubicación de puntos de muestreo

Los puntos de muestreo para agua y sedimentos fueron establecidos tomando como referencia aquellos puntos establecidos en los IGA del administrado; además, se incluyeron puntos propuestos en gabinete y validados mediante una visita de reconocimiento aprobado mediante el Informe N.º 00065-2019-OEFA/DEAM-STEC, tomando en consideración los criterios técnicos que se detallan a continuación:

- Ubicación de cuerpos receptores en el área de estudio;
- Aguas arriba y abajo de los componentes (proyectados) del administrado;
- Cercanía a posibles fuentes de contaminación;
- Redes de monitoreo ambiental contemplados en los IGA del administrado;
- Cercanía a centros poblados, caseríos y comunidades que podrían ser afectados por las actividades del administrado;
- Entrevistas y observaciones recopiladas durante el reconocimiento al área de estudio.

Se evaluaron 15 y 20 puntos de monitoreo para agua superficial en mayo y agosto de 2019, respectivamente; mientras que, para sedimentos se evaluaron 4 y 3 puntos de muestreos en mayo y agosto 2019, respectivamente.

En la Tabla 7.1 se detalla los puntos de monitoreo evaluados.

Tabla 7.1. Ubicación de los puntos de muestreo de agua superficial v sedimento

N.°	Código	Mayo 2019	Agosto 2019	Código IGA	Coordena WGS 84 - :		Altitud	Descripción
14.	OEFA	<u>M</u>	Agr 20	Codigo 10/1	Este (m)	Norte (m)	(m s. n. m.)	Возопроют
1	QSnom-2	x	х	LK-HA-20	781215	8429457	4112	Ubicado en la quebrada sin nombre 2, descarga de la laguna Taihuiri
2	QSnom-4	х	х		782320	8430687	3984	Ubicado en la quebrada sin nombre 4, antes de la confluencia con el río Cconchaccota
3	RConc-1	х	х	LK-HA-10	782077	8427440	4095	Ubicado en el río Cconchaccota, en la

¹⁰ 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.

And do la Eddia dollar la Correption y la Impaliada									
N.°	Código	Mayo 2019	Agosto 2019	Código IGA	Código IGA Código IGA Coordenadas UTM WGS 84 - zona 18 L	Altitud	Descripción		
	OEFA	Σά	Ag	3 3 3 3	Este (m)	Norte (m)	(m s. n. m.)		
								descarga de la laguna Cconchaccota	
4	QLahu-1	x	x		784745	8429224	4045	Ubicado en la parte alta de la quebrada Lahuani	
5	QLahu-2	х	х		787679	8429623	3900	Ubicado en la quebrada Lahuani, antes de la confluencia con el río Pararani.	
6	QSnom-1	x	x		782152	8427781	4069	Ubicado en la quebrada sin nombre 1, antes de la confluencia con el río Cconchaccota	
7	QSnom-3	x	x		782503	8430505	3985	Ubicado en la quebrada sin nombre 3, antes de la confluencia con el río Cconchaccota	
8	RConc-4	х	х		782421	8430349	3981	Ubicado en el río Cconchaccota, aguas	
9	RConc-5	х	х	SW-HA-10A	782353	8430673	3974	Ubicado en el río Cconchaccota, antes de la confluencia con la quebrada sin nombre 4	
10	RConc-7		х	SW-HA-10	782973	8432233	3949	Ubicado en el río Cconchaccota, aguas arriba antes de la confluencia con la quebrada Sutcuna	
11	RPara-1	X*	х		787785	8429680	3874	Ubicado en el río Pararani, antes de la confluencia con la quebrada Lahuani	
12	RConc-2	х	х		782121	8427896	4063	Ubicado en el río Cconchaccota, aguas abajo de la confluencia con la quebrada sin nombre 1	
13	QHuan-1		х	SW-HA-50	786397	8434835	3849	Ubicado en la quebrada Huanacopampa, antes de la confluencia con el río Record.	
14	RReco-3		x *	SW-HA-70A	786490	8434984	3846	Ubicado en el río Record, aguas abajo de la confluencia con la quebrada Huanacopampa	
15	RPara-2A	x *	x *	SW-HA-80	787819	8429776	3878	Ubicado en el río Pararani, aguas abajo de la confluencia con la quebrada Lahuani	
16	RConc-6	x *	х		782354	8430752	3970	Ubicado en el río Cconchaccota, aguas abajo de la confluencia con la quebrada sin nombre 4	
17	RConc-8		х		783145	8432371	3950	Ubicado en el río Cconchaccota, aguas abajo de la confluencia con la quebrada Sutcuna.	

del Ambiente

Ministerio

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

N.°	Código	Mayo 2019	osto 119	Agosto 2019	osto 119	osto 119	osto 119	osto 119	Código IGA		Coordenadas UTM WGS 84 - zona 18 L		Descripción	
14.	OEFA	M8	Agr 20	Oddigo IOA	Este (m)	Norte (m)	(m s. n. m.)	Bescription						
18	QHuan-2		х		786901	8433003	4000	Ubicado en la parte alta de la quebrada Huanacopampa						
19	RConc-3	х	х		782554	8430200	3981	Ubicado en el rio Cconchaccota, antes de la confluencia con la quebrada sin nombre 2						
20	RPara-6	x *			790454	8434292	3808	Ubicado en el río Pararani, aledaño al colegio de la comunidad campesina de Ccasa						
21	QCuch-1		x*		779746	8426467	4062	Ubicado en la quebrada Cuchuhuacho, tributario de la Laguna Taihuiri						

Fuente: Reportes de campo N.º 013-2019-STEC y N.º 041-2019-STEC (anexos 3 y 4)

7.1.3 Parámetros y métodos de análisis

Para la selección de los parámetros correspondientes a la evaluación de calidad de agua y sedimentos se priorizaron aquellos relacionados con actividades de yacimientos mineros cupríferos, así como, parámetros adicionales que complementaron el análisis de los resultados; de igual manera, en agua superficial se priorizaron parámetros considerados en los estándares de calidad ambiental (ECA) para Agua de la normativa vigente, aprobados mediante Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM y la categoría del cuerpo de agua asignada por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) de acuerdo con la Resolución Jefatural N.º 056-2018-ANA, ya que, los ríos Cconchaccota y Pararani, así como sus tributarios no poseen categoría asignada se aplicó la categoría al cuerpo hídrico que este tributa (río Apurímac).

Para evaluar la calidad del agua superficial, en todos los puntos de muestreo se realizaron mediciones *in situ* de los parámetros: temperatura, pH, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto; también se realizaron las mediciones necesarias para el cálculo del caudal en aquellos cursos de agua en los que fue posible hacerlo de manera válida y segura. El análisis de las muestras fue realizado por el laboratorio ALS PERU S.A.C. acreditado ante Inacal según registro LE-029 con la Norma Técnica Peruana (NTP) – ISO/IEC 17025:2006; así como el laboratorio AGQ PERU S.A.C. El detalle de los parámetros evaluados se muestra en la Tabla 7.2.

Tabla 7.2. Parámetros y métodos de ensayo para el análisis de agua superficial

Parámetros	Metodología
Metales totales por ICP-MS + mercurio (Hg)	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007
Metales disueltos por ICP-MS + mercurio (Hg)	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007
Sulfatos	EPA METHOD 300.1, Rev. 1, 1997 (validado)
Cloruros	EPA METHOD 300.1, Rev. 1, 1997 (validado)
Carbonatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 22nd Ed. 2012
Bicarbonatos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 22nd Ed. 2012
Sólidos totales disueltos (STD)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 22nd Ed. 2012

[«]x»: Se realizó el muestreo de agua «---»: No se realizó el muestreo de agua «*»: Incluye el muestreo de sedimento

Parámetros	Metodología		
Sulfuros	SMEWW-APHA-AWWAWEF Part 4500-S2- D, 22nd Ed. 2012		
Acidez	SMEWW-APHA-AWWAWEF Part 2310 B, 22nd Ed. 2012		
Alcalinidad Total	SMEWW-APHA-AWWA.WEF Part 2320 B, 23rd Ed. 2017		

Fuente: Informes de ensayo del laboratorio ALS Perú S.A.C. y AGQ Perú S.A.C. Anexos 4 y 5.

EPA: Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos

SMEWW: Estándar Métodos para la Examinación de Agua y Agua Residuales

APHA-AWA-WEF: Asociación Americana de Trabajos en Agua - Salud Pública Americana - Federación Ambiental.

Los parámetros considerados para evaluar la calidad de sedimentos se consideraron en función a la actividad que se desarrolla cerca del área de estudio, considerando una posible afectación hacia las ríos y quebradas precisados en el área de estudio y que son materia del presente estudio. Los parámetros se detallan a continuación en la Tabla 7.3.

Tabla 7.3. Parámetros y métodos de ensayo para el análisis de sedimento

N.°	Parámetros	Unidad	Método de ensayo	Laboratorio
1	Metales por ICP-MS + mercurio (Hg)	mg/kg PS	EPA 3050 B: 1996 EPA 6010 B: 1996 EPA 7471 B. Rey 2. February 2007	ALS LS PERU S.A.C

Fuente: Informes de ensayo del laboratorio N.º 31198/20109 y 53850/2019

EPA: Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos

7.1.4 **Equipos utilizados**

Los equipos utilizados, los certificados de calibración, los registros de verificación y las herramientas para la evaluación ambiental se detallan en los Anexos 2 y 3 (reportes de campo).

Aseguramiento de la calidad 7.1.5

Para garantizar la representatividad de los resultados, se realizó como control de calidad la toma de muestras duplicadas, blancos viajeros y blancos de campo, conforme a lo indicado en el inciso 6.17 del Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales. Se consideró la toma de un duplicado por cada 10 muestras tomadas, un blanco de campo y un blanco de viaje; en todos los casos, para el parámetro metales totales. En mayo 2019 se colectaron 15 muestras de agua superficial y se tomó 1 duplicado; mientras que, en agosto se colectaron 20 muestras y 2 duplicados. Por otro lado, se tomó 5 y 4 muestras de sedimento en mayo y agosto 2019, respectivamente, sin considerar duplicados.

La preservación de las muestras de aqua, sedimento e hidrobiología se realizó de acuerdo con las recomendaciones del laboratorio según parámetro y conservadas en los respectivos coolers manteniendo la cadena de frío. Los equipos utilizados para la medición en campo (temperatura, pH, conductividad y oxígeno disuelto)en las muestras de agua fueron previamente calibrados en un laboratorio de calibración acreditados por el INACAL, con sus respectivos certificados de calibración; previo al muestreo y al registro de los parámetros de campo se realizó el ajuste y verificación de los parámetros de pH, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto utilizando soluciones buffer de pH (4,00, 7,00 y 10,00 unidades de pH), conductividad eléctrica (1000 µS/cm y 1413 µS/cm). Los registros de ajuste y verificación de los equipos se presentan en los reportes de campo en los Anexos 2 y 3.

7.1.6 Criterios de evaluación

La evaluación de la calidad del agua superficial se realizó en base a los ECA para Agua (Decreto Supremo N.º 002-2008-MINAM), según las consideraciones en el plan de manejo

Ministerio

del Ambiente

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

ambiental del EIA del administrado. A su vez se compararon de manera referencial con los ECA para Agua – Categoría 3 (Cat3) del Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM.

Para evaluar la calidad de los sedimentos, debido a que no se cuenta con normativa nacional, se tomó como referencia la Guía de Calidad Ambiental de Canadá – CEQG (Canadian Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life, 2012) para sedimentos de agua dulce, que considera valores para 7 metales: arsénico, cadmio, cobre, cromo, mercurio, plomo y zinc. Esta guía determina los valores ISQG (Interim Sediment Quality Guideline), que es la concentración por debajo de la cual no se espera efectos biológicos adversos en los macroinvertebrados bentónicos, y los valores PEL (Probable Effect Level), que es la concentración sobre la cual se encuentran efectos biológicos adversos en los macroinvertebrados bentónicos.

7.1.7 Procesamiento de datos

Para la evaluación de los aspectos químicos del agua y los tipos de reacciones que ocurren en este medio, la presente evaluación tomó como base la totalidad de información de calidad de agua ubicados en las microcuencas Cconchaccota y Pararani, ubicados en el área de estudio.

De acuerdo con Custodio y Llamas (1976) consideraron que los análisis de calcio, magnesio, sodio, potasio, bicarbonatos, sulfatos, cloruros y parámetros de campo como la conductividad eléctrica, temperatura, oxígeno disuelto y potencial de hidrógeno son suficientes para el estudio de los principales procesos químicos en los acuíferos y sistemas hidrológicos.

Para la selección de la serie analítica se consideraron todos los resultados de los parámetros evaluados en 15 muestras de agua para el mes de mayo 2019 y 20 muestras de agua del mes de agosto 2019, los parámetros se muestran a continuación:

 Parámetros fisicoquímicos como pH, temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, carbonatos, bicarbonatos, acidez y metales disueltos.

La medición de los parámetros de campo fue realizada para conocer las características fisicoquímicas *in situ* de las aguas superficiales y subterráneas en el área de estudio, y para conocer en alguna medida sus tendencias, las cuales ayudaran a la interpretación de los resultados. Los análisis químicos se utilizaron para caracterizar químicamente las aguas, su evolución en su paso a través de la roca y alguna influencia del medio con el que habrían interactuado.

Para la obtención de los diagramas hidrogeoquímicos (facies) se utilizó el software libre Agion versión 6.2.6 y Diagrammes.

Diagramas hidroquímicos

El análisis de resultados comprendió la elaboración de diagramas hidroquímicos como los de Stiff, y Piper para caracterizar las aguas en función a su concentración de sales, predominancia catiónica y aniones (tipo de agua) e interacción con la roca.

a) Diagrama de Stiff

Este diagrama está compuesto por 3 ejes horizontales, cada uno de ellos uniendo un catión y un anión. Todos los cationes se disponen al costado izquierdo del diagrama, y los aniones al derecho. Siempre el Na⁺ se confronta con el Cl⁻, el Ca⁺² con el HCO⁻³ y el Mg⁺² con el

SO₄-2. Todos los ejes horizontales están a la misma escala (lineal) y las concentraciones están dadas en meg/L (Figura 7.2).

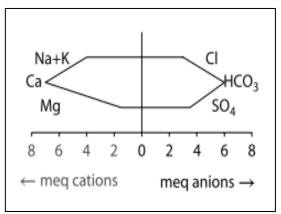


Figura 7.2. Diagrama de Stiff

Fuente: Clark, I. (2015)

Este tipo de diagrama permite visualizar diferentes tipos de agua (cada una con una configuración particular) y, en forma simultánea, permite dar idea del grado de mineralización (ancho de la gráfica).

b) Diagrama de Piper

Se elaboró el diagrama hidroquímico de Piper, el cual permitió caracterizar las aguas en función de la predominancia catiónica y aniónica (iones mayoritarios del agua) e interacción con la roca (Tabla 7.4).

Tabla 7.4. Componentes iónicos mayoritarios del agua

Constituyentes	lones mayoritarios
Cationes	Calcio (Ca ⁺²), sodio (Na ⁺²), magnesio (Mg ⁺²) y potasio (K ⁺²)
Aniones	Bicarbonato (HCO ₃ -), sulfato (SO ₄ -2) y cloruro (Cl-)

En este diagrama se incluye aniones y cationes en forma simultánea, y las aguas se agrupan por similitud en áreas definidas. Se construyen 2 triángulos equiláteros, donde se representan los cationes y aniones mayoritarios. Los vértices del triángulo de cationes son Ca^{+2,} Mg^{+2,} Na⁺ y K⁺, Los vértices del triángulo de aniones son SO₄⁻², Cl⁻ y HCO⁻³. Los datos de los diagramas triangulares se proyectan en un rombo central en el que se representaron la composición del agua deducida a partir de aniones y cationes.

Las concentraciones de los iones en meq/L se expresan como porcentaje con respecto a la suma de aniones y cationes respectivamente. En cada triángulo se reúnen solo 3 aniones y cationes. A cada vértice le corresponde el 100 % de un anión o catión. En la Figura 7.3 se muestra una apreciación de este diagrama que permite caracterizar varios tipos de aguas. Cabe precisar que, para la realización de los diagramas hidroquímicos se empleó el software libre Diagrammes Versión 6.59.

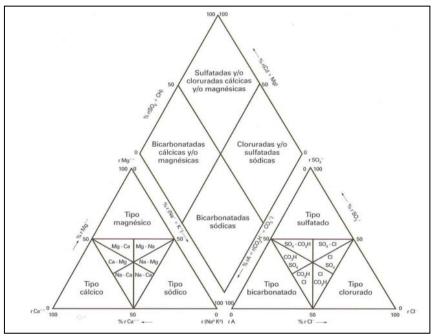


Figura 7.3. Diagrama de Piper (1944) Fuente: Martínez y Martínez, 2006

Índices hidroquímicos

Para la presente evaluación, se empleó una clasificación geoquímica basada en el pH y metales combinados, conocida como el diagrama de Fickiln, donde las aguas de mina y los cuerpos de agua superficial de su entorno, pueden ser clasificadas de acuerdo con el pH y al contenido total de metales disueltos (Figura 7.4). Empleando esta clasificación geoquímica para las aguas de mina y áreas mineralizadas, se logró determinar la tipología del agua superficial.

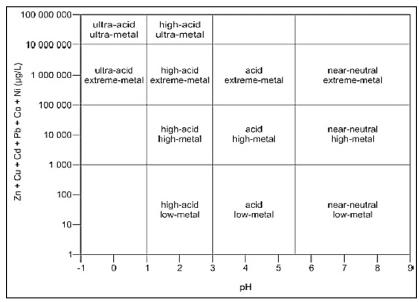


Figura 7.4. Clasificación geoquímica (diagrama de Ficklin) para el agua, basado en la suma de metales disueltos y el pH Fuente: (Ficklin *et al.*, 1992; Plumlee *et al.*, 1999)

Ministerio del Ambiente

> Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

7.2 Comunidades hidrobiológicas

Las comunidades hidrobiológicas están directamente relacionadas a las características del aqua superficial o el sedimento, dependiendo de su hábitat; por lo que, los resultados de los análisis de estos componentes se relacionaron con los resultados de los análisis de las comunidades hidrobiológicas evaluadas.

Guías utilizadas para la evaluación

La metodología utilizada para la evaluación de las comunidades hidrobiológicas tiene como base la guía «Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú» publicada por el Minam en el 2014. Esta quía establece los criterios técnicos y lineamientos generales, establecimiento de los puntos de muestreo, preparación de materiales, equipos e indumentaria de protección, procedimiento para la toma de muestras, preservación, almacenamiento, conservación y transporte de muestras, entre otros.

Ubicación de puntos de muestreo

Los puntos de muestreo de comunidades hidrobiológicas (macroinvertebrados bentónicos, perifiton y peces) coincidieron con la ubicación de los puntos de muestreo de aqua de los meses de mayo y agosto de 2019 (Tabla 7.1).

7.2.3 Parámetros y métodos de análisis

La evaluación de las comunidades hidrobiológicas se realizó en ecosistemas de aguas lóticas (ríos y quebradas). En todos los puntos de monitoreo se realizaron mediciones in situ de los parámetros: temperatura, pH, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto; mientras que para la identificación taxonómica se consideraron los parámetros descritos en la Tabla 7.5.

Tabla 7.5. Parámetros y métodos de ensayo para evaluar comunidades hidrobiológicas

			<u>. </u>		
N.°	Parámetros	Unidad	Método de ensayo		
1	Perifiton	Organismos/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF. Part 10500 C. 1, 2. Pp 10-74-10-76. 21 st Ed.		
2	Macroinvertebrados bentónicos	Organismos/0,09m ²	SMEWW 10300C, SMEWW 10300E o EPA 841-B- 99-002		
3	Peces	Organismos/m ²	EPA 841-B-99-002		
4	Metales en tejido de peces (incluido mercurio)	mg/kg			

^{«---»:} El procesamiento de las muestras fue realizada por especialistas de hidrobiología de la DEAM.

7.2.4 **Equipos utilizados**

Previo a la de salida de campo se revisaron todos los materiales y herramientas, así como, los ajustes y verificaciones de los equipos. Los equipos utilizados para el trabajo de campo, los registros de verificación y los certificados de calibración se muestran en el Anexo 2 y 3 (Reportes de campo).

7.2.5 Aseguramiento de la calidad

El aseguramiento de la calidad en la colecta y en el análisis de las muestras de las comunidades hidrobiológicas se basa en las indicaciones descritas en la guía de «Métodos de colecta identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macroinvertebrados) y necton (peces) en aquas continentales del Perú» de las secciones 4.3 Perifiton y 5.3 Macroinvertebrados bentónicos y 6.3 Peces.

del Ambiente Fiscalización Ambiental - OEFA Científica

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres

Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

7.2.6 Criterios de evaluación

Ministerio

Los resultados de detección de metales totales en músculo (reportados por el laboratorio acreditado) se compararon con los contenidos máximos permitidos de metales pesados (cadmio, mercurio y plomo) en productos pesqueros y acuícolas de consumo humano directo, señalados en el manual «Indicadores sanitarios y de inocuidad para los productos pesqueros y acuícolas para mercado nacional y de exportación» del Organismo Nacional de Sanidad Pesquera – SANIPES (Tabla 7.6).

Tabla 7.6. Rangos de detección y contenidos máximos de metales en peces

Table 1161 Italiges de detección y conteniace maximos de metales en pecce					
Parámetro	Método de referencia	Rangos de detección del laboratorio	Contenidos máximos	Referencia	
	Totoronoid	mg/kg pe			
Cadmio	Determinación de metales en las	0,010 – 100	0,05	SANIPES (2016)	
Mercurio	muestras orgánicas por espectrometría de masas con flama	0,005 – 100	0,50	SANIPES (2016)	
Plomo	de masas con nama de acoplamiento inductivo (ICP-MS)	0,050 – 100	0,30	SANIPES (2016)	

En lo que respecta a la identificación taxonómica y el análisis cuantitativo de muestras de las comunidades hidrobiológicas, no existen estándares nacionales que se asemejen a los estándares de calidad de agua, aire, suelo u otra matriz ambiental abiótica; por lo que, se procedió a caracterizar las comunidades del perifiton y macroinvertebrados bentónicos teniendo en cuenta las siguientes variables biológicas.

7.2.6.1 Composición, riqueza y abundancia

Se realizó la clasificación taxonómica (phylum, clase, orden, familia y especie) de las especies del perifiton (microalgas y microorganismos) y macroinvertebrados bentónicos encontradas en cada una de las muestras del área de estudio.

Los resultados obtenidos fueron sistematizados y organizados por puntos de muestreo, tipo de cuerpo de agua y subcuencas. Para el análisis de los resultados de las comunidades hidrobiológicas muestreadas se determinó la riqueza del total de especies (S) por cada grupo hidrobiológico y por cada punto de monitoreo; es decir, el número de especies en cada lugar y el acumulado. Asimismo, se determinó la abundancia total de los individuos de cada especie por punto de monitoreo.

La composición, riqueza y abundancia de perifiton fueron analizadas y expresadas gráficamente teniendo como base la categoría taxonómica phylum; en el caso de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, se tuvo como base a la categoría taxonómica orden.

Los resultados de abundancia se analizaron teniendo como base los resultados reportados en los informes de ensayo; la densidad de perifiton (microalgas y microorganismos) se expresó en organismos/cm² y la de macroinvertebrados bentónicos en organismos/muestra.

7.2.6.2 Índices de Diversidad

Diversidad Alfa

Para la evaluación de diversidad de especies (diversidad alfa) se utilizaron los índices de diversidad verdadera (números de Hill) con base en el número de especies de cada punto de muestreo para cada comunidad hidrobiológica. Se consideró la variable N1 o número de

especies abundantes, que se obtiene a partir del índice de Shannon-Wiener (H'), (Jost, 2006) y tiene como fórmula:

$$N1 = exp(H) (6.1)$$

Donde, H' es el índice de Shannon-Wiener.

Ministerio

del Ambiente

La variable N2 o número de especies muy abundantes, que se obtiene a partir del índice de Simpson (D), (Jost, 2006) y tiene como fórmula:

$$N2 = \frac{1}{\lambda} \tag{6.2}$$

Donde, λ es el índice de dominancia de Simpson.

El índice de equidad de Pielou, que mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor se encuentra entre 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Pielou, 1975; Peet, 1974)

$$J' = \frac{H'}{H'max} \tag{6.3}$$

Donde,

J': índice de equidad de Pielou,

H': índice de diversidad de Shannon-Wiener,

H' max = Ln(S)

S: riqueza de especies.

Con la finalidad de comparar los resultados obtenidos por el OEFA con los resultados de la linea base de la SMEIAsd, se utilizaron los siguientes índices ecológicos: el índice de Shannon-Wiener, que expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra, midiendo el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo seleccionado al azar de una colección (Moreno, 2001), tiene como fórmula:

$$H' = -\sum p_i Ln \, p_i \tag{6.4}$$

Donde, p_i es la abundancia proporcional de la especie «i».

El índice de diversidad de Simpson $(1 - \lambda)$, que expresa la diversidad de especies en una muestra (Moreno, 2001), tiene como fórmula:

$$1 - \lambda = 1 - \sum p_i^2 \tag{6.6}$$

Donde, p_i es la abundancia proporcional de la especie «i».

Diversidad Beta - Similitud de Bray Curtis

Para la evaluación de la diversidad beta se utilizó el coeficiente de similitud de Bray-Curtis con base en la similitud de especies entre puntos de muestreo para cada comunidad hidrobiológica. Para determinar el índice de Bray-Curtis se empleó la fórmula:

$$IBC = 1 - \frac{(\Sigma xi - yi)}{(\Sigma xi + yi)}$$
 (6.7)

Donde,

IBC: índice de Bray-Curtis.

xi: abundancia o densidad de especies i en un conjunto 1. yi: abundancia o densidad de especies i en un conjunto 2.

Para complementar el análisis de similitud de manera visual, se procedió a la elaboración de dendogramas mediante la unión de pares promedio (Halffter y Moreno, 2005) utilizando el software Paleontological Data Analysis, versión 3.15 (programa estadístico PAST). Esta gráfica resume la similitud de las especies entre dos estaciones de muestreo.

2.1.1.1 Indicadores biológicos de referencia para la calidad del agua

Índice biótico andino (ABI)

Utilizando los resultados de la identificación de macroinvertebrados bentónicos se determinó la calidad ecológica del agua utilizando el índice biótico andino (ABI, por sus siglas en inglés Andean Biotic Index) desarrollado por Acosta *et al.* (2009) para ríos altoandinos (sobre los 2000 m s.n.m.) el cual se obtuvo sumando los valores de sensibilidad de cada familia de macroinvertebrados bentónicos (Tabla 7.7) presente en cada punto de muestreo.

Tabla 7.7. Valores de sensibilidad asignadas a las familias de macroinvertebrados bentónicos para determinar el índice ABI

Orden/Clase	Familia	Valor	Orden/Clase	Familia	Valor
Turbellaria	*	5		Polycentropodidae	8
Hirudinea	*	3		Xiphocentronidae	8
Oligochaeta	*	1	Trichontoro	Glossosomatidae	7
	Ancylidae	6	Trichoptera	Limnephilidae	7
	Hydrobiidae	3		Hydroptilidae	6
Gasteropoda	Limnaeidae	3		Hydropsychidae	5
	Physidae	3 Lepidoptera		Pyralidae	4
	Planorbidae	3		Dryopidae	5
Bivalvia	Sphaeriidae	3		Elmidae	5
Amphipoda	Hyalellidae	6		Hydraenidae	5
Hydracarina		4		Lampyridae	5
	Leptophlebiidae	10		Psephenidae	5
	Oligoneuridae	10	Coleoptera	Ptilodactylidae	5
Ephemeroptera	Leptohyphidae	7]	Scirtidae(helodidae)	5
	Baetidae	4		Gyrinidae	3
	Polythoridae	10		Dytiscidae	3
	Calopterygidae	8		Hydrophilidae	3
Odenete	Gomphidae	8		Staphylinidae	3
Odonata	Aeshnidae	6		Blepharoceridae	10
	Coenagrionidae	6		Athericidae	10
	Libellulidae	6		Simuliidae	5
Discontone	Perlidae	10		Tipulidae	5
Plecoptera	Gripopterygidae	10		Ceratopogonidae	4
	Corixidae	5		Dixidae	4
	Gerridae	5	Diptera	Dolichopodidae	4
Hatanantana	Naucoridae	5		Empididae	4
Heteroptera	Notonectidae	5		Limoniidae	4
	Veliidae	5		Stratiomyidae	4
	Belostomatidae	4	1	Tabanidae	4
Talabaataaa	Anomalopsychidae	10	1	Psychodidae	3
Trichoptera	Calamoceratidae	10	1	Chironomidae	2

Ministerio del Ambiente

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

Orden/Clase	Familia	Valor	Orden/Clase	Familia	Valor
	Helicopsychidae	10		Culicidae	2
	Odontoceridae	10		Ephydridae	2
	Hydrobiosidae	8		Muscidae	2
	Leptoceridae	8		Syrphidae	1
	Philopotamidae	8			

Fuente: Acosta R, Rios B, Rieradevall M y Pratt N. (2009).

La sumatoria obtenida se comparó con la tabla de «estados de calidad ecológica de agua» (Tabla 7.8) propuesta por Acosta et al. (2009).

Tabla 7.8. Estados de calidad ecológica del agua, según el ABI en Perú

Calidad ecológica	ABI
Muy bueno	> 74
Bueno	45 – 74
Moderado	27 – 44
Malo	11 – 26
Pésimo	< 11

Fuente: Acosta R, Rios B, Rieradevall M y Pratt N, 2009

7.3 Aire

A continuación, se presenta información acerca del monitoreo realizado para evaluar la calidad del componente aire, como: quías utilizadas para la evaluación, ubicación de los puntos de monitoreo, parámetros y métodos de análisis, equipos utilizados, aseguramiento de la calidad y criterios de comparación.

Guías utilizadas para la evaluación

El monitoreo de la calidad del aire se realizó de acuerdo con las guías y protocolos de monitoreo para calidad del aire elaborados por instituciones nacionales. En tal sentido, la Tabla 7.9 se muestra a detalle estos documentos de referencia.

Tabla 7.9. Guías y protocolos para evaluar la calidad del aire

Protocolo	Sección	País	Institución	Dispositivo legal	Año
Protocolo de monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los Datos	Todo		Digesa	Resolución Directoral N.º 1404-2005-DIGESA- SA	2005
Calidad de aire. Método de referencia para la determinación de material particulado respirable como PM ₁₀ en la atmósfera	Todo	Perú	Indecopi	NTP 900.030	2018
Calidad de aire. Método de referencia para la determinación de material particulado fino como PM _{2.5} en la atmósfera	Todo		Indecopi	NTP 900.069	2017

Indecopi: Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. Digesa: Dirección General de Salud Ambiental e Inocuidad Alimentaria.

7.3.2 Ubicación de puntos de monitoreo

Los puntos de monitoreo se ubicaron de acuerdo con los lineamientos del Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los Datos. Para lo cual, se tuvo en consideración a las zonas de mayor densidad poblacional, los futuros componentes mineros (como fuentes potenciales de emisión de material particulado y gases) dirección del viento y accesibilidad a los puntos de monitoreo (Tabla 7.10).

^{*}Se considera el valor de sensibilidad a nivel de orden.

Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres

Tabla 7.10. Ubicación de los puntos de monitoreo para evaluar la calidad del aire

N.°	Código OEFA	WGS-84	adas UTM Zona 18 L	Altitud m s. n. m.	Descripción	
1	CA-CH-01	783966	Norte (m) 8433359	3958	Ubicado en la comunidad campesina Ccahuanhuire, aproximadamente a 50 metros al sureste de la plaza de la comunidad	
2	CA-TA-01	788358	8429528	3901	Ubicado en la comunidad campesina Tambulla, aproximadamente a 100 metros al noreste de la plaza de la comunidad	
3	CA-HU-01	787087	8434581	3912	Ubicado en la comunidad campesina Huanacopampa, aproximadamente a 40 metros al oeste del campo deportivo de la comunidad	

Fuente: Reporte de campo N.º 041-2019-STEC (Anexo 3)

7.3.3 Parámetros y métodos de análisis

Los parámetros considerados para evaluar la calidad del aire en el área de influencia del proyecto de exploración Haquira, fueron seleccionados en función a los Estándares de Calidad Ambiental para Aire (en adelante, ECA para Aire), establecidos mediante Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM; se priorizaron aquellos relacionados a la futura actividad productiva que desarrollará el administrado y a los posibles impactos que pueda ocasionar a la salud y al ambiente mediante aquellos parámetros cuantificables, los cuales se detallan en la Tabla 7.11. Cabe señalar que, el pesaje de los filtros se realizó en un laboratorio acreditado y los cálculos fueron realizados por personal de OEFA.

Tabla 7.11. Parámetros considerados para la evaluación de la calidad del aire

N.°	Parámetro	Métodos de ensayo	Laboratorio		
1	Material particulado menor a 10 micras (PM ₁₀) con filtro de cuarzo	NTP 900. 030. 2003. Calidad de Aire. Método de referencia para la determinación de material particulado respirable como PM10 en la atmosfera (Alto Volumen)			
2	Material particulado menor a 2,5 micras (PM _{2,5}) con filtro de teflón	EPA CFR 40 Part 50 Appendix L (Validado). 2017 Reference Method for the Determination of Fine Particulate Matter as PM2.5 in the Atmosphere.	ALS LS PERÚ S.A.C.		
3	Metales en material particulado menor a 10 micras (PM10)	EPA Compendium Method IO-3 4. 1999. Determination of Metals in Ambient Particulate Matter using Inductively Coupled Plasma (ICP) Spectroscopy			
4	Meteorológicos (velocidad de viento, dirección del viento, temperatura ambiental, presión barométrica y humedad relativa				

Fuente: Reporte de campo N.º 041-2019-STEC (Anexo 3)

7.3.4 Equipos utilizados

Los principales equipos utilizados para el monitoreo de aire fueron: muestreador de partículas de alto volumen PM10, muestreador de partículas de bajo volumen PM2,5 y estación meteorológica. Los certificados de calibración y herramientas utilizadas se detallan en el Anexo 3.

7.3.5 Aseguramiento de la calidad

El aseguramiento de la calidad consideró lo señalado en las secciones 13.1, (calibraciones); 13.2 (trazabilidad); 13.3 (manejo y transporte de muestras) del Protocolo de monitoreo de la calidad del aire y gestión de los datos ¹¹.

Dirección General de Salud Ambiental. (2005). Protocolo de monitoreo de la calidad del aire y gestión de los datos. Perú

7.3.6 Criterios de evaluación

Los resultados obtenidos de material particulado menor a 10 micras (PM_{10}) y material particulado menor a 2,5 micras ($PM_{2,5}$) colectados en los puntos de monitoreo de aire fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental para Aire aprobado mediante Decreto Supremo N.° 003-2017-MINAM. Cabe señalar que, para el presente estudio de aire se consideró 7 días de evaluación por cada punto de monitoreo.

Los resultados de metales contenidos en el material particulado menor a 10 micras fueron comparados con la norma de calidad ambiental de Canadá *Ontario's Ambient Air Quality Criteria Standards*, 2012 (en adelante, AAQC), ya que, el Perú no cuenta con estándares de calidad ambiental para promedio de 24 horas (Tabla 7.12).

Tabla 7.12. Estándares de calidad para metales en aire de acuerdo con los criterios de calidad ambiental de Canadá

CASRN	Contaminante	AAQC (µg/m³)	Tiempo promedio
7440-36-0	Antimonio y compuestos de antimonio	25	24 horas
7784-42-1	Arsénico y compuestos de arsénico	0,3	24 horas
7440-41-7	Berilio y compuestos de Berilio	0,01	24 horas
7440-42-8	Boro	120	24 horas
7440-43-9	Cadmio y compuestos de Cadmio	0,025	24 horas
7440-48-4	Cobalto	0,1	24 horas
7440-50-8	Cobre	50	24 horas
7440-47-3	Cromo y compuestos	0,5	24 horas
15438-31-0	Hierro (metálico)	4	24 horas
7439-92-1	Plomo y compuestos de plomo	0,5	24 horas
7439-96-5	Manganeso y compuestos de Manganeso	0,2	24 horas
7439-97-6	Mercurio (Hg)	2	24 horas
7439-98-7	Molibdeno	120	24 horas
7440-02-0	Níquel y compuestos de níquel	0,1	24 horas
7782-49-2	Selenio	10	24 horas
7440-22-4	Plata	1	24 horas
7440-24-6	Estroncio	120	24 horas
7440-31-5	Estaño	10	24 horas
7440-32-6	Titanio	120	24 horas
7440-61-1	Uranio y compuestos de uranio	0,15	24 horas
7440-62-2	Vanadio	2	24 horas
7440-66-6	Zinc	120	24 horas

CASRN: Chemical Abstracts Services Registry Numbrer

AAQC: Ambiental Air Quality Criteria.

Fuente: Ontrario's Ambient Air Quality Criteria Standards- Abril 2012

8 RESULTADOS Y ANÁLISIS

Los resultados obtenidos durante la evaluación ambiental temprana en el área de influencia del proyecto de exploración Haquira y zonas aledañas se encuentran detallados en los Anexos 4 y 5. Las matrices evaluadas fueron agua superficial, sedimento, comunidades hidrobiológicas y aire.

8.1 Agua superficial

Los resultados se exponen mediante tablas para aquellos parámetros que incumplieron los ECA para Agua de la categoría 3 de los Decreto Supremo N.º 002-2008-MINAM (norma aprobada en los IGA) y Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM (norma vigente). El detalle de los resultados de todos los parámetros evaluados comparados con los estándares referidos se presenta en los anexos 4 y 5.

Zona 1: Microcuenca Cconchaccota

Ministerio

del Ambiente

La evaluación ambiental, en la zona 1, se realizó en los meses de mayo y agosto de 2019. En mayo se consideraron 10 puntos de monitoreo; mientras que, en agosto 16 puntos de monitoreo.

En la Tabla 8.1 se presentan los resultados resumen de parámetros de campo de agua superficial registrados durante la evaluación ambiental en los puntos de muestreo de la zona 1, y su comparación con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, categoría 3, en las subcategorías riego de vegetales y bebida de animales, señaladas en el Decreto Supremo N.º 002-2008-MINAM y Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM

Tabla 8.1. Resultados de medición de parámetros de campo para calidad de agua superficial de la zona 1

Cuerpo de agua	Código	Mes de monitoreo	Parámetros de campo			
			pH (unidad de pH)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad eléctrica (µS/cm)	Temperatura (°C)
Quebrada Sin Nombre 2	QSnom-2	Mayo	7,66	6,21	26,4	13,5
		Agosto	8,79	8,34	136,4	14,5
Río Record	RReco-3	Mayo				
		Agosto	8,65	7,32	191,1	13,6
ECA para Agua categoría 3 – Riego de vegetales (a)		6,5 – 8,5	>=4	<2 000		
ECA para Agua categoría 3 – Bebida de animales (b)			6,5 - 8,4	>5	<=5 000	/* \
ECA para Agua categoría 3 – Riego de vegetales (c)			6,5 – 8,5	≥4	2 500	(*)
ECA para Agua categoría 3 – Bebida de animales (d)			6,5 - 8,4	≥5	5 000	
Incumple valores de los ECA para Agua (2008 y 2017), categoría 3.						

(a) Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebidas de Animales: Riego de Vegetales

El potencial de hidrógeno (pH) en el agua superficial se encontró fuera del rango establecido en los ECA para Agua (2008 y 2017), categoría 3 en la quebrada Sin Nombre 2 (QSnom-2) y en el río Record (RReco-3) ambos en agosto de 2019. En la Figura 8.1 se muestra los resultados de pH en toda la zona 1.

Con relación a los metales y metaloides que podrían generar algún tipo de toxicidad o efectos adversos al ambiente como As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mo, Ni, Pb y Zn, estos no superaron los ECA para Agua, categoría 3, reportándose muy bajas concentraciones e incluso por debajo del límite de detección del método del laboratorio, tal como se muestra en la Tabla 8.2. Todos los resultados de los parámetros evaluados en esta sección se presentan en los reportes de laboratorio N.º 041-2019-STEC y N.º 042-2018-STEC (Anexo 4 y 5).

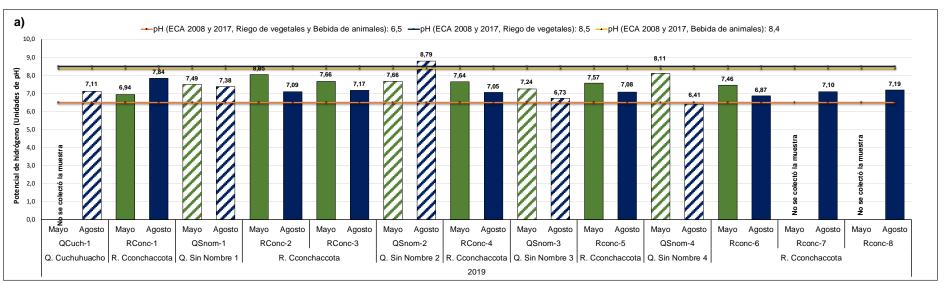
de Tallo Alto y Bajo (Decreto Supremo N.º 002-2008-MINAM).
(b) Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebidas de Animales: Bebida de Animales (Decreto Supremo N.º 002-2008-MINAM).

⁽c) Estándares de Calidad Ambiental para Agua, Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebidas de Animales: D1: Riego de vegetales (Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM).

⁽d) Estándares de Calidad Ambiental para Agua, Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebidas de Animales: D2: Bebida de animales (Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM).

^{«---»:} No se realizó el muestreo

^(*) No aplica por tratarse de muestras puntuales.



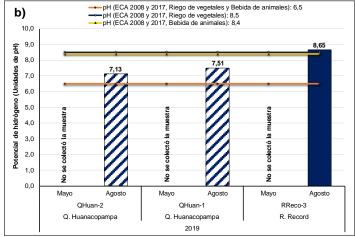


Figura 8.1. Resultados de potencial de hidrógeno en mayo y agosto de 2019 en los cuerpos de agua del a) Río Cconchaccota y tributarios b) Quebrada Huanacopampa y río Record

Tabla 8.2. Concentraciones mínimas y máximas de metales y metaloides en los cuerpos de agua de la zona 1

Tabla 8.2. Concent	iaciones min	iiiias y iiiaxiiii		valuado	11 103 0001003	1		de agua asociado	
Metales y Metaloides	Unidad	Mayo	2019	Agosto	o 2019	Mayo	2019	Agosto	2019
·		Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Arsénico (As)		<0,00003	0,00634	0,00081	0,00587	RConc-1 RConc-2 QSnom-1	QSnom-3	RConc-1	QSnom-3
Cadmio (Cd)		< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001	< 0,00001		<	<	
Cobalto (Co)		< 0,00001	< 0,00003	< 0,00001	< 0,00003		<	<	
Cromo (Cr)		< 0,0001	< 0,001	< 0,0001	0,001		<	<	RConc-5
Cobre (Cu)		< 0.0003	0,00514	< 0.0003	0,0053	*	QSnom-4	*	QHuan-2
Hierro (Fe)	mg/L	0,0381	0,2069	< 0,03	0,42	QSnom-1	QSnom-2	*	RConc-1
Mercurio (Hg)		< 0,00003	< 0,00007	< 0,00003	< 0,00007		<	<	
Manganeso (Mn)		0,00132	0,01234	< 0.00006	0,03197	QSnom-1	RConc-1	*	RConc-1
Molibdeno (Mo)		< 0,00002	< 0,00002	0,00014	0,00438		<	QSnom-3	QHuan-2
Níquel (Ni)		< 0.0002	< 0.0002	< 0.0009	< 0.0009		<	<	
Plomo (Pb)		< 0,0002	< 0,0002	< 0,00006	< 0,00006		<	<	
Zinc (Zn)		< 0,0100	< 0,0100	< 0,002	0,029		<	*	RConc-8

^{(*):} Indica que el mínimo presentó valores por debajo del límite de detección del método del laboratorio (<): Todos los puntos evaluados presentaron valores por debajo del límite de detección del método del laboratorio

Ministerio del Ambiente

> Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad

Hidroquímica

La caracterización hidroquímica en la zona 1 se realizó en todos los puntos de muestreo de aqua superficial (ríos y quebradas), para el análisis de las facies hidroquímicas se utilizaron las concentraciones de los componentes mayoritarios del agua (cationes: Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺ y K⁺ y aniones: HCO₃, CO₃, SO₄²⁻ y Cl⁻) representados en los diagramas de Piper y Stiff.

Diagramas de Piper

La Figura 8.2 muestra los diagramas de Piper donde están representados los iones mayoritarios de las aguas superficiales (quebradas y ríos) para los 2 meses de evaluación, asimismo, se observaron 2 agrupaciones definidas: aguas de facies bicarbonatada cálcica y facies bicarbonatada sódica.

Las aguas de las quebradas Sin Nombre 1 (QSnom-1) y Sin Nombre 2 (QSnom-2) se clasificaron con facies bicarbonatada cálcica sódica (HCO3-Ca>Na) en ambos meses de evaluación (mayo y agosto 2019); sin embargo, la carga iónica fue mayor en agosto 2019. Las aguas de las quebradas Sin Nombre 3 (QSnom-3) y Sin Nombre 4 (QSnom-4) se clasificaron con facies bicarbonatada sódica (HCO3-Na) en ambos meses y se caracterizaron por la presencia del anión mayoritario de bicarbonato.

Las aguas del río Cconchaccota, en los puntos de muestreo RConc-1 y RConc-2 fueron clasificadas como aguas bicarbonatadas cálcicas sódicas (HCO3-Ca>Na) en mayo 2019, y en el punto de muestreo RConc-1 en agosto 2019, en cuanto a las aguas del punto de muestreo RConc-2 fueron clasificadas como aguas de facies bicarbonatada cálcica en el mismo mes de evaluación.

Las aguas superficiales del río Cconchaccota en los puntos de muestreo RConc-3, RConc-4, RConc-5 y RConc-6 fueron clasificadas como bicarbonatadas cálcicas (HCO3-Ca) en los 2 meses de evaluación.

Adicionalmente en agosto 2019 se muestrearon 6 puntos adicionales, donde las aguas de la quebrada Huanacopampa (QHuan-1 y QHuan-2) se clasificaron como aguas de facies bicarbonatada cálcica (HCO3-Ca) y de igual clasificación fueron las aguas de la quebrada Cuchuhuacho (QCuch-1), así como los ríos Record (RReco-3) y Conchacota (RConc-7 y RConc-8).

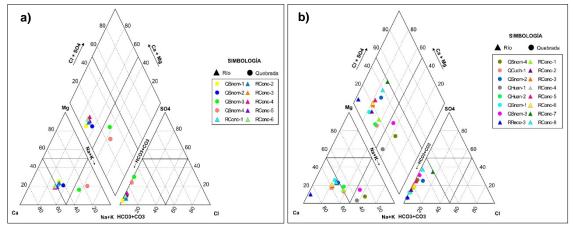


Figura 8.2. Distribución en el diagrama de Piper de las concentraciones de iones en los puntos de muestreo de agua de la microcuenca Conchacota en a) mayo 2019 y b) agosto 2019

Diagramas de Stiff

A continuación, se presenta el diagrama de Stiff de los rangos de mineralización registrados en la microcuenca Cconchaccota en mayo:

- De 0 a 0,2 meq-L: Pertenecen a este rango las aguas de las quebradas Sin Nombre 1 (QSnom-1) y Sin Nombre 2 (QSnom-2).
- De 0 a 0,3 meq-L: Pertenecen a este rango las aguas de la quebrada Sin Nombre 3 y 4 (QSnom-3 y QSnom-4) y las aguas del río Cconchaccota (RConc-1, RConc-2, RConc-3, RConc-4, RConc-5 y RConc-6).

En la Figura 8.3 se presenta el mapa hidroquímico de la microcuenca Cconchaccota evaluada en mayo de 2019.

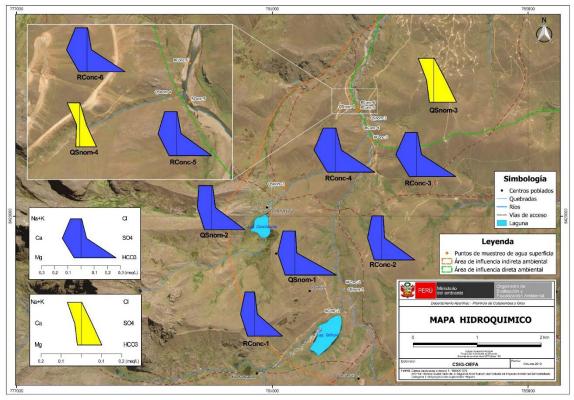


Figura 8.3. Mapa hidroquímico de la microcuenca Conchacota en mayo de 2019

La Figura 8.4 muestra el mapa hidroquímico de la microcuenca Cconchaccota en agosto y se detalla a continuación los rangos de mineralización registrados:

- De 0 a 0,2 meq-L: Pertenecen a este rango las aguas de las quebradas Sin Nombre 1 (QSnom-1) y Sin Nombre 2 (QSnom-2).
- De 0 a 0,3 meq-L: Pertenecen a este rango las aguas de la quebrada Sin Nombre 1 (QSnom-1) y la quebrada Sin Nombre 2 (QSnom-2).

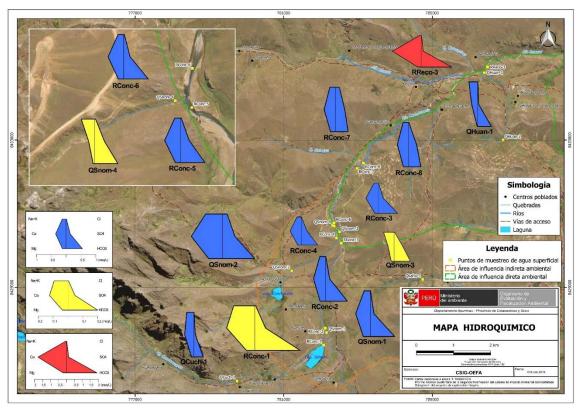


Figura 8.4. Mapa hidroquímico de la microcuenca Cconchaccota en agosto de 2019

Diagramas de Ficklin

De acuerdo con el diagrama de Ficklin en todos los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Sin Nombre 1, 2, 3 y 4 (QSnom-1, QSnom-2, QSnom-3 y QSnom-4) las aguas del río Cconchaccota (RConc-1, RConc-2, RConc-3, RConc-4, RConc-5 y RConc-6) clasificaron como «aguas casi neutras con baja concentración de metales» en mayo y agosto 2019 (Figura 8.5).

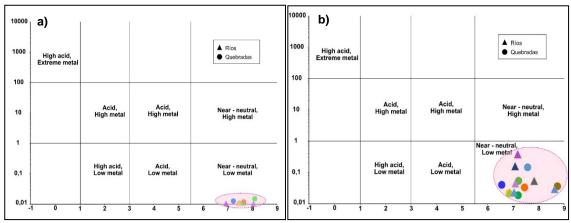


Figura 8.5. Clasificación hidroquímica según el diagrama de Ficklin en la microcuenca Cconchaccota en: a) mayo 2019 y b) agosto 2019

Zona 2: Microcuenca Pararani

La evaluación ambiental en la zona 2 se realizó en los meses de mayo y agosto de 2019. En mayo se consideraron 5 puntos de muestreo; mientras que, en agosto solo 4 puntos de muestreo.

En la Tabla 8.3 se presentan los resultados resumen de parámetros de campo de agua superficial registrados durante la evaluación ambiental en los puntos de muestreo de la zona 1, y su comparación con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua, categoría 3, en las subcategorías riego de vegetales y bebida de animales, señaladas en el Decreto Supremo N.º 002-2008-MINAM y Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM.

Tabla 8.3. Resultados de medición de parámetros de campo para calidad de agua superficial de la zona 2

				Parámet	ros de campo	
Cuerpo de agua	Código	Mes de monitoreo	pH (unidad de pH)	Oxígeno disuelto (mg/L)	Conductividad eléctrica (µS/cm)	Temperatura (°C)
Quebrada Lahuani	QLahu-1	Mayo	8,05	6,31	16,4	101,5
Queblada Eandam	QLana 1	Agosto	7,72	6,93	144,6	12,8
Río Pararani	RPara-2A	Mayo	8,91	6,26	88,8	18,9
THO Fararam	Tti did 27t	Agosto				
Río Pararani	RPara-1	Mayo	8,68	6,02	68,8	18,3
No raiaiaiii	IXI ala-1	Agosto	7,33	7,33	119,6	11,8
ECA para Agua categoría 3	3 – Riego de veg	etales ^(a)	6,5 - 8,5	>=4	<2 000	
ECA para Agua categoría 3	3 – Bebida de an	imales ^(b)	6,5 - 8,4	>5	<=5 000	(*)
ECA para Agua categoría 3	3 – Riego de veg	etales (c)	6,5 - 8,5	≥4	2 500	(*)
ECA para Agua categoría 3	B – Bebida de an	imales (d)	6,5 – 8,4	≥5	5 000	

Incumple valores de los ECA para Agua (2008 y 2017), categoría 3.

El potencial de hidrógeno (pH) en el agua superficial se encontró fuera del rango establecido en los ECA para Agua (2008 y 2017), categoría 3 en el río Pararani (RPara-2A y RPara-1) en mayo de 2019. En la Figura 8.7 se muestra los resultados de pH en toda la zona 2.

Con relación a los metales y metaloides que podrían generar algún tipo de toxicidad o efectos adversos al ambiente como As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mo, Ni, Pb y Zn, estos no superaron los ECA para Agua, categoría 3, reportándose concentraciones incluso por debajo del límite de detección del método del laboratorio, tal como se muestra en la Tabla 8.4. Todos los resultados de los parámetros evaluados en esta sección se presentan en los reportes de resultados N.º 041-2019-STEC y N.º 042-2019-STEC (Anexo 4 y 5).

⁽a) Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebidas de Animales: Riego de Vegetales de Tallo Alto y Bajo (Decreto Supremo N.º 002-2008-MINAM).

⁽b) Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua, Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebidas de Animales: Bebida de Animales (Decreto Supremo N.º 002-2008-MINAM).

⁽c) Estándares de Calidad Ambiental para Agua, Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebidas de Animales: D1: Riego de vegetales (Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM).

⁽d) Estándares de Calidad Ambiental para Agua, Categoría 3: Riego de Vegetales y Bebidas de Animales: D2: Bebida de animales (Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM).

^{«---»:} No se realizó el muestreo

^(*) No aplica por tratarse de muestras puntuales.

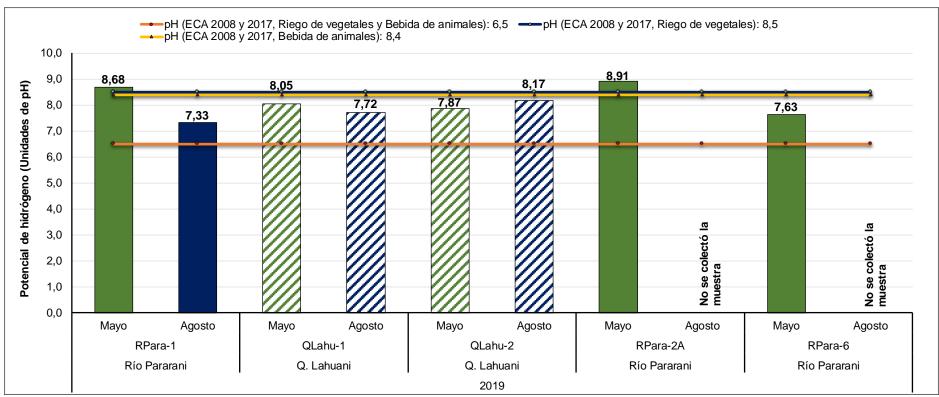


Figura 8.6. Resultados de potencial de hidrógeno en mayo y agosto de 2019 en el río Pararani y tributario

Tabla 8.4. Concentraciones mínimas y máximas de metales y metaloides en los cuerpos de agua de la zona 2

Tabla 8.4. Concent		, , , , , , , , , , , , , , , , , , , ,	Mes ev	•				o de agua asociado	
Metales y Metaloides	Unidad	Mayo	2019	Agosto	o 2019	Mayo	2019	Agosto	2019
		Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Arsénico (As)		0,00116	0,00659	0,00186	0,00777	RPara-6	QLahu-1	RPara-6	QLahu-1
Cadmio (Cd)		< 0,00001	0,00064	< 0,00001	0.0005	*	QLahu-1	*	QLahu-1
Cobalto (Co)		< 0,00001	< 0,00003	< 0,00001	< 0,00003		<	<	
Cromo (Cr)		< 0,0001	< 0,001	< 0,0001	< 0,001		<	<	
Cobre (Cu)		0,00111	0,00473	0,0006	0,0015	QLahu-1	RPara-6	QLahu-2	RPara-1
Hierro (Fe)		0,0828	0,2591	< 0.03	0,12	QLahu-2	RPara-2	*	QLahu-1
Mercurio (Hg)	mg/L	< 0,00003	< 0,00007	< 0,00003	< 0,00007		<	<	
Manganeso (Mn)		0,00292	0,02123	0,00211	0,00767	QLahu-2	RPara-6	QLahu-2	QLahu-1
Molibdeno (Mo)		0,00071	0,00289	0,00123	0,00423	RPara-6	QLahu-1	RPara-1	QLahu-1
Níquel (Ni)		< 0.0002	0,0018	< 0.0009	0,0017	*	QLahu-1	*	QLahu-1
Plomo (Pb)		< 0,0002	0,0006	< 0,00006	< 0,00006	*	RPara-2	<	
Zinc (Zn)		< 0,0100	0,0270	< 0,002	0,016	*	QLahu-1	*	QLahu-1

^{(*):} Indica que el mínimo presentó valores por debajo del límite de detección del método del laboratorio

Fuente: Anexos 4 y 5. Reporte de resultados N.º 041-2019-OEFA-STEC y 042-2019-OEFA-STEC

^{(&}lt;): Todos los puntos evaluados presentaron valores por debajo del límite de detección del método del laboratorio

Hidroquímica

La caracterización hidroquímica en la zona 2 se realizó para todos los puntos de muestreo de agua superficial (ríos y quebradas), para el análisis de las facies hidroquímicas se utilizaron las concentraciones de los componentes mayoritarios del agua (cationes: Ca²+, Mg²+, Na+ y K+ y aniones: HCO₃, CO₃, SO₄²- y Cl⁻) representados en los diagramas de Piper y Stiff.

Diagramas de Piper

La Figura 8.7 muestra los diagramas de Piper donde se encuentran representados los iones mayoritarios de las aguas superficiales (quebradas y ríos) para los 2 meses de evaluación (mayo y agosto 2019). Las aguas del río Pararani (RPara-2, RPara-1 y RPara-6) y la quebrada Lahuani (QLahu-1 y QLahu-2) se clasificaron como aguas de facies bicarbonatada cálcica (HCO₃-Ca) en mayo, y similar comportamiento se presentó en agosto con las aguas de la quebrada Lahuani en los puntos de muestreo QLahu-1 y QLahu-2 y del río Pararani con los puntos de muestreo RPara-1 y RPara-2A clasificadas como aguas bicarbonatadas cálcicas (HCO₃-Ca).

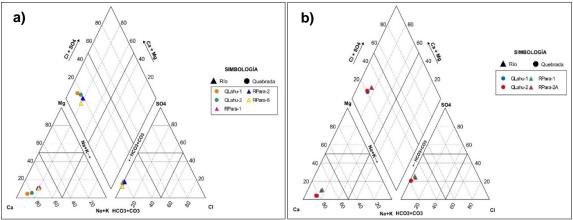


Figura 8.7. Distribución en el diagrama de Piper de las concentraciones de iones en los puntos de muestreo de agua de la microcuenca Pararani en a) mayo y b) agosto de 2019

Diagramas de Stiff

De acuerdo con diagrama de Stiff, se detallan los rangos de mineralización registrados en la microcuenca Pararani en mayo de 2019.

- De 0 a 0,8 meq-L: Pertenecen a este rango las aguas de la quebrada Lahuani (QLahu-1).
- De 0 a 1 meq-L: Pertenecen a este rango las aguas de la quebrada Lahuani (QLahu-2) y las aguas del río Pararani (RPara-1, RPara-2 y RPara-6).

En la Figura 8.8 se presenta el mapa hidroquímico de la microcuenca Pararani evaluada en mayo de 2019

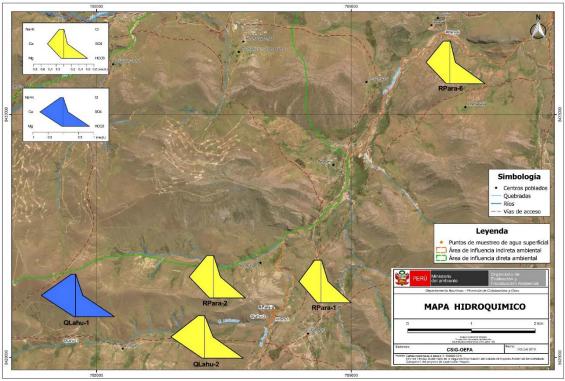


Figura 8.8. Mapa hidroquímico de la microcuenca Pararani en mayo de 2019

La Figura 8.9 muestra el mapa hidroquímico de la microcuenca Pararani en agosto y se detalla a continuación el rango de mineralización registrado.

De 0 a 2 meq-L: Pertenecen a este rango las aguas de todos los puntos evaluados en la temporada de estiaje.

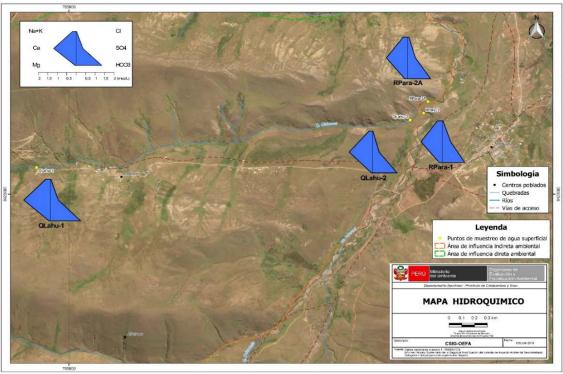


Figura 8.9. Mapa hidroquímico de la microcuenca Pararani en agosto de 2019

Diagramas de Ficklin

De acuerdo con el diagrama de Ficklin todos los puntos de muestreo ubicados en la quebrada Lahuani (QLahu-1 y QLahu-2) y las aguas del río Pararani (RPara-1, RPara-2 y RPara-6) fueron clasificados como «aguas casi neutras con baja concentración de metales» en mayo y agosto de 2019 (Figura 8.10).

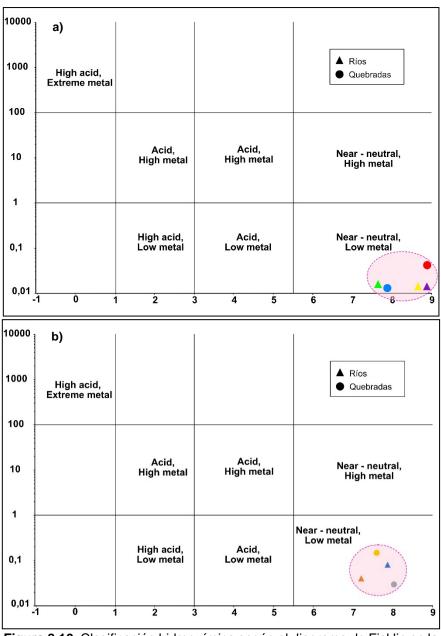


Figura 8.10. Clasificación hidroquímica según el diagrama de Ficklin en la microcuenca Pararani **a)** mayo 2019 y **b)** agosto 2019

8.2 Sedimento

En esta sección, se presenta los resultados comparados con los valores de la guía canadiense para sedimentos de aguas continentales (*Canadian Environment Quality Guidelines* [CEQG]) que será denominada en adelante guía canadiense, los demás resultados de todos los parámetros evaluados se encuentran en los Anexos 2 y 3. Cabe resaltar que, Minera Antares Perú S.A no se comprometió a realizar monitoreos trimestrales de calidad de sedimento.

Zona 1: Microcuenca Cconchaccota

En la Tabla 8.5 se presenta los resultados de sedimento obtenidos en los puntos de muestreo evaluados en los ríos Cconchaccota (RConc-6) y Record (RReco-3); y la quebrada Cuchuhuacho (QCuch-1) muestreados en el mes de mayo y agosto de 2019, los que han sido comparados referencialmente con los estándares de las guías Canadiense (ISQG y PEL), donde se resalta que el arsénico y cobre superaron el valor ISQG y/o PEL en al menos un punto evaluado, a diferencia del cromo y mercurio cuya concentración de sedimento no superó el ISQG y/o PEL en ningún punto de muestreo evaluado.

Tabla 8.5. Resultados de parámetros de laboratorio para la calidad de sedimento en la zona 1

							Parán	netros						
Código	Arsé (mg	enico /kg)		lmio /kg)		omo J/kg)	Col (mg		Plo (mg	mo J/kg)		nc /kg)	Mero (mg	
	May-19												Ago-19	
RConc-6	63,7	-	<1,0	-	7,6	-	83,0	-	29	-	40,0	-	<0,10	-
QCuch-1	-	<17,8	-	<1,0	-	9,5	-	14,3	-	7,7	-	36,1	-	<0,10
RReco-3	-	<17,8	-	<1,0	-	6,8	•	140,8		34,1		70,0	-	<0,10
ISQG	5,9	5,9	0,6	0,6	37,3	37,3	35,7	35,7	35	35	123	123	0,17	0,17
PEL	17	17	3,5	3,5	90	90	197	197	91,3	91,3	315	315	0,486	0,486
	Superó	el valor	ISQG											

Superó el valor PEL

macroinvertebrados bentónicos.

Fuente: Reporte de resultados N.º 041-2019-STEC y N.º 042-2019-STEC (Anexos 4 y 5)

Zona 2: Microcuenca Pararani

En la Tabla 8.6 se presenta los resultados de sedimento obtenidos en el río Pararani (RPara-2A, RPara-1 y RPara-6) muestreado en el mes de mayo y agosto de 2019, comparados referencialmente con los estándares de la guía Canadiense (ISQG y PEL), donde se resalta que el arsénico, cadmio, cobre y zinc superaron el valor ISQG y/o PEL en al menos un punto evaluado, a diferencia del cromo y mercurio cuya concentración de sedimento no superó el ISQG y/o PEL en ningún punto evaluado.

Tabla 8.6. Resultados de parámetros de laboratorio para la calidad de sedimento en la zona 2

							Parán	netros						
Código	Arsé (mg			lmio /kg)		mo /kg)	Col (mg		Plo (mg			nc /kg)	Mero (mg	
	May-19	Ago-19	May-19	Ago-19	May-19	Ago-19	May-19	Ago-19	May-19	Ago-19	May-19	Ago-19	May-19	Ago-19
RPara-2A	38,9	41,4	<1,0	3,5	14,9	8,4	37,6	38,2	12	27,7	126,0	143,4	<0,10	<0,10
RPara-1	<17,5	-	<1,0	-	6,6	-	36,9	-	<10	-	50,6	-	<0,10	-
RPara-6	<17,5	-	<1,0	-	<4,5	-	50,8	-	15	•	72,8	-	<0,10	-
ISQG	5,9	5,9	0,6	0,6	37,3	37,3	35,7	35,7	35	35	123	123	0,17	0,17
PEL	17	17	3,5	3,5	90	90	197	197	91,3	91,3	315	315	0,486	0,486
	Superó	el valor l	SQG	•		•		•	•		•	•		

Superó el valor PEL

^{«-»} No se realizó el muestreo de sedimento

⁽a) ISQG (Interim Sediment Quality Guideline): Concentración por debajo de la cual no se debe presentar efecto biológico adverso en los macroinvertebrados bentónicos.

⁽b) PEL (Probable Effect Level): Concentración sobre la cual se encuentran efectos biológicos adversos con frecuencia en los

^{«-»} No se realizó el muestreo de sedimento

⁽a) ISQG (Interim Sediment Quality Guideline): Concentración por debajo de la cual no se debe presentar efecto biológico adverso.

⁽b) PEL (Probable Effect Level): Concentración sobre la cual se encuentran efectos biológicos adversos con frecuencia.

8.3 Comunidades hidrobiológicas

Zona 1: Microcuenca Cconchaccota

c.1 Macroinvertebrados bentónicos

Riqueza

En la microcuenca Cconchaccota, la comunidad de macroinvertebrados bentónicos estuvo representada por 52 especies, agrupadas en 4 phyla, 7 clases y 14 órdenes. El orden Díptera registró la mayor riqueza con 27 especies, seguida por los órdenes Trichoptera y Coleoptera con 6 especies cada una. En el Anexo 2 se presenta el registro completo de macroinvertebrados bentónicos.

En la Tabla 8.7 se presentan los resultados de la riqueza de macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo y temporada de evaluación. Se observó que, en mayo de 2019 (temporada húmeda) el punto QSnom-2, ubicado en la quebrada sin nombre 2, registró la mayor riqueza con 27 especies; mientras que, el punto de muestreo QSnom-4, ubicado en la quebrada sin nombre 4, registró la menor riqueza con 12 especies. En agosto de 2019 (temporada de estiaje), el punto de muestreo RConc-4, ubicado en el río Cconchaccota, registró la mayor riqueza con 25 especies; mientras que, el punto de muestreo RConc-8, ubicado en el río Cconchaccota, registró la menor riqueza con 15 especies.

Abundancia

En la Tabla 8.8 se presentan los resultados de la abundancia de macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo y temporada de evaluación. Se observó que, en mayo de 2019 (temporada húmeda), el punto de muestreo QSnom-2, ubicado en la quebrada sin nombre 2, registró la mayor abundancia con 1380 individuos; mientras que, el punto de muestreo QSnom-4, ubicado en la quebrada sin nombre 4, registró la menor abundancia con 129 individuos. En agosto de 2019 (temporada de estiaje), el punto de muestreo QHuan-2, ubicado en la quebrada Huanacopampa, registró la mayor abundancia con 1412 individuos; mientras que, el punto de muestreo QSnom-4, ubicado en la quebrada sin nombre 4, registró la menor abundancia con 518 individuos.



Tabla 8.7. Riqueza de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos por orden y temporada de evaluación

Tabla 8.7. Riqueza	i de la comu	inidad de ma	acromive	entebrau	os bent	onicos p	or orde	n y tem	oorada (ae evait	lacion						
Cuerpo de agua	Punto	Temporada	Anthoathecatae	Rhynchobdellida	Haplotaxida	Lumbriculida	Trombidiformes	Sarcoptiformes	Ephemeroptera	Odonata	Plecoptera	Trichoptera	Coleoptera	Diptera	Amphipoda	Neoophora	Riqueza de especies (S)
Q. Cuchuhuacho	QQuch-1	Húmeda	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	0
Q. Cuchunuacho	QQucn-1	Estiaje	0	0	0	1	1	0	2	0	1	3	3	8	0	1	20
R. Cconchaccota	RConc-1	Húmeda	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	5	1	1	13
R. Cconchaccota	KCOIIC-1	Estiaje	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	9	1	1	18
Q. sin nombre	QSnom-1	Húmeda	0	0	1	1	0	1	2	0	1	3	1	12	0	0	22
Q. SIII HOHIDIE	QSHOIII-1	Estiaje	0	1	1	1	1	0	2	0	1	2	1	7	0	0	17
R. Cconchaccota	RConc-2	Húmeda	0	0	1	1	0	0	2	0	1	2	1	13	0	0	21
R. Cconchaccota	RCOIIC-2	Estiaje	0	0	0	1	0	1	0	0	1	3	1	7	1	1	16
R. Cconchaccota	RConc-3	Húmeda	0	0	1	1	0	0	2	0	0	2	1	15	0	0	22
R. CCONCHACCOLA	RCOIIC-3	Estiaje	1	0	1	0	1	1	2	0	0	3	2	12	0	1	24
Q. sin nombre	QSnom-2	Húmeda	0	0	1	1	1	1	2	0	0	2	2	16	0	1	27
Q. SIII HOHIDIE	Q3H0H-2	Estiaje	0	0	0	1	1	0	2	0	0	1	1	9	0	1	16
R. Cconchaccota	RConc-4	Húmeda	0	0	1	1	1	0	2	0	0	2	1	17	0	0	25
R. Cconchaccota	RCOIIC-4	Estiaje	0	0	1	1	1	0	2	0	1	3	2	13	0	1	25
Q. sin nombre	QSnom-3	Húmeda	0	1	1	1	0	0	2	0	0	2	2	15	0	1	25
Q. SIII HOHIDIE	QSHOIII-3	Estiaje	0	0	1	1	0	0	2	0	0	3	3	9	1	1	21
R. Cconchaccota	RConc-5	Húmeda	0	0	1	1	0	0	2	0	0	2	2	13	0	0	21
R. Cconchaccota	RCOIIC-3	Estiaje	1	0	0	1	1	0	2	0	0	3	1	9	1	1	20
Q. sin nombre	QSnom-4	Húmeda	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	2	7	0	0	12
Q. SIII HOHIDIE	QOHUIII-4	Estiaje	0	0	1	0	0	0	1	1	0	4	1	15	0	1	24
R. Cconchaccota	RConc-6	Húmeda	0	0	1	1	1	1	1	0	0	3	1	13	0	1	23
N. CCOHCHACCOLA	NCOIIC-0	Estiaje	0	0	0	1	1	0	2	0	0	3	1	13	0	1	22
R. Cconchaccota	RConc-7	Húmeda	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	0

Cuerpo de agua	Punto	Temporada	Anthoathecatae	Rhynchobdellida	Haplotaxida	Lumbriculida	Trombidiformes	Sarcoptiformes	Ephemeroptera	Odonata	Plecoptera	Trichoptera	Coleoptera	Diptera	Amphipoda	Neoophora	Riqueza de especies (S)
		Estiaje	0	0	1	0	1	0	2	0	1	3	1	14	0	0	23
D. Coonshoosets	RConc-8	Húmeda	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	0
R. Cconchaccota	RCOIIC-6	Estiaje	0	0	0	1	0	1	2	0	0	2	1	8	0	0	15
O Huanaanamna	QHuan-2	Húmeda	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	0
Q. Huanacopampa	Qnuan-2	Estiaje	0	0	1	0	1	0	2	0	1	2	2	15	0	0	24
O Uuanaanamna	Olluan 1	Húmeda	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	0
Q. Huanacopampa	QHuan-1	Estiaje	1	0	1	0	2	0	2	1	0	2	2	10	1	1	23
R. Record	RReco-3	Húmeda	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	0
K. Record	KK600-3	Estiaje	0	0	0	1	1	0	2	0	1	2	2	14	0	1	24

N.E.: punto no evaluado.

Húmeda: Primera ejecución - mayo 2019. Estiaje: Segunda ejecución - agosto 2019. **Fuente:** Reportes de resultados: N.º 041-2019-STEC y N.º 042-2019-STEC.

Tabla 8.8. Abundancia de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos por orden y temporada de evaluación

Cuerpo de agua	Punto	Temporada	Anthoathecatae	Rhynchobdellida	Haplotaxida	Lumbriculida	Trombidiformes	Sarcoptiformes	Ephemeroptera	Odonata	Plecoptera	Trichoptera	Coleoptera	Diptera	Amphipoda	Neoophora	Abundancia de individuos (N)
Q. Cuchuhuacho	QQuch-1	Húmeda	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	0
Q. Cuchunuacho	QQucii-1	Estiaje	0	0	0	5	8	0	18	0	1	28	173	406	0	6	645
R. Cconchaccota	RConc-1	Húmeda	0	0	11	2	0	150	1	0	0	1	10	134	2	3	314
R. Cconchaccola	RCONC-1	Estiaje	341	0	12	0	1	3	39	0	0	6	41	310	4	16	773
Q. sin nombre	QSnom-1	Húmeda	0	0	1	17	0	1	66	0	1	62	290	273	0	0	711
Q. SIII HOMbre	QSHOIII-1	Estiaje	0	3	2	65	62	0	36	0	2	20	157	928	0	0	1275

Cuerpo de agua	Punto	Temporada	Anthoathecatae	Rhynchobdellida	Haplotaxida	Lumbriculida	Trombidiformes	Sarcoptiformes	Ephemeroptera	Odonata	Plecoptera	Trichoptera	Coleoptera	Diptera	Amphipoda	Neoophora	Abundancia de individuos (N)
R. Cconchaccota	RConc-2	Húmeda	0	0	11	15	0	0	29	0	2	27	148	457	0	0	689
R. CCOTICTIACCOLA	RCOIIC-2	Estiaje	0	0	0	29	0	1	0	0	1	9	206	744	1	3	994
R. Cconchaccota	RConc-3	Húmeda	0	0	18	1	0	0	53	0	0	6	96	476	0	0	650
N. CCOTICHACCOLA	KCOIIC-3	Estiaje	21	0	14	0	48	9	55	0	0	50	244	505	0	1	947
Q. sin nombre	QSnom-2	Húmeda	0	0	5	56	3	17	425	0	0	48	200	622	0	4	1380
Q. SIT HOHIDIE	Q3H0H-2	Estiaje	0	0	0	33	4	0	102	0	0	29	207	334	0	60	769
R. Cconchaccota	RConc-4	Húmeda	0	0	3	6	7	0	205	0	0	27	146	471	0	0	865
Tr. Oconoriaccota	TOOLC 4	Estiaje	0	0	8	5	6	0	176	0	1	36	195	453	0	1	881
Q. sin nombre	QSnom-3	Húmeda	0	1	14	7	0	0	497	0	0	38	74	229	0	15	875
Q. SITTIOTIBLE	QUIIOIII 3	Estiaje	0	0	9	14	0	0	173	0	0	10	29	269	4	16	524
R. Cconchaccota	RConc-5	Húmeda	0	0	63	2	0	0	234	0	0	6	149	331	0	0	785
N. Oconoriaccota	TOOLC 3	Estiaje	2	0	0	16	2	0	333	0	0	180	328	391	1	1	1254
Q. sin nombre	QSnom-4	Húmeda	0	0	3	0	0	0	59	0	0	2	15	50	0	0	129
Q. SIII HOHIDIC	QONOM 4	Estiaje	0	0	83	0	0	0	111	1	0	19	23	276	0	5	518
R. Cconchaccota	RConc-6	Húmeda	0	0	1	2	4	1	57	0	0	13	228	588	0	1	895
N. Oconchaccola	IXCOIIC-0	Estiaje	0	0	0	28	6	0	48	0	0	47	164	457	0	4	754
R. Cconchaccota	RConc-7	Húmeda	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	0
K. CCOHCHACCOLA	KCOIIC-7	Estiaje	0	0	18	0	5	0	346	0	1	25	58	171	0	0	624
R. Cconchaccota	RConc-8	Húmeda	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	0
R. CCOHCHACCOLA	KCOHC-0	Estiaje	0	0	0	15	0	1	115	0	0	36	159	327	0	0	653
Q. Huanacopampa	QHuan-2	Húmeda	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	0
Q. Huanacopanipa	Qi iuaii-Z	Estiaje	0	0	105	0	47	0	470	0	1	16	6	767	0	0	1412
Q. Huanacopampa	QHuan-1	Húmeda	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	0
Q. Huanacopanipa	Qi iuaii-i	Estiaje	1	0	3	0	9	0	337	1	0	12	204	205	3	2	777

Cuerpo de agua	Punto	Temporada	Anthoathecatae	Rhynchobdellida	Haplotaxida	Lumbriculida	Trombidiformes	Sarcoptiformes	Ephemeroptera	Odonata	Plecoptera	Trichoptera	Coleoptera	Diptera	Amphipoda	Neoophora	Abundancia de individuos (N)
R. Record	RReco-3	Húmeda	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	0
N. Recold	KK600-3	Estiaje	0	0	0	31	44	0	381	0	3	41	194	264	0	11	969

N.E.: punto no evaluado.

Húmeda: Primera ejecución - mayo 2019. Estiaje: Segunda ejecución - agosto 2019. Fuente: Reportes de resultados: N.º 041-2019-STEC y N.º 042-2019-STEC.

Índices de diversidad

En la Tabla 8.9 se presentan los resultados de los índices de diversidad alfa: riqueza de especies, abundancia, diversidad de Shannon-Wiener (H´), diversidad de Simpson (1- λ), dominancia de Simpson (λ) y equidad de Pielou (J´), por punto de muestreo y temporada de evaluación. Se observó que en mayo de 2019 (temporada de avenida) el punto RConc-4 (río Cconchaccota) registró el mayor valor de diversidad de Shannon-Wiener con 2,467; asimismo, registró altos valores de riqueza con 25 especies y diversidad de Simpson con 0,720; estos resultados se vieron reflejados en un alto valor de equidad de Pielou con 0,531, que indica una distribución homogénea de la abundancia de individuos por especie registrada para esta zona. En agosto de 2019 (temporada de estiaje) el punto de muestreo QSnom-2 (quebrada sin nombre 2) registró el mayor valor de diversidad de Shannon-Wiener con 3,275; asimismo, registró un alto valor de diversidad de Simpson con 0,865; estos resultados se vieron reflejados en un alto valor de equidad de Pielou con 0,819, que indica una distribución homogénea de la abundancia de individuos por especie registrada para esta zona.

Tabla 8.9. Índices de diversidad alfa de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos por

punto de muestreo y temporada de evaluación

Cuerpo de agua	Punto	Temporada	Riqueza de especies (S)	Abundancia de individuos (N)	Diversidad de Shannon-Wiener (H')	Dominancia de Simpson (λ)	Diversidad de Simpson (1-λ)	Equidad de Pielou (J´)	Número de Hill N1	Número de Hill N2
Q. Cuchuhuacho	QQuch-1	Húmeda	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Q. Cuchundaciio	QQucii-1	Estiaje	20	645	2,382	0,299	0,701	0,551	5,214	3,341
R. Cconchaccota	RConc-1	Húmeda	13	314	1,843	0,38	0,62	0,498	3,587	2,634
N. Oconchaccota	TCOIIC-1	Estiaje	18	773	2,276	0,293	0,707	0,546	4,845	3,408
Q. sin nombre	QSnom-1	Húmeda	22	711	2,224	0,302	0,699	0,499	4,671	3,317
Q. SIII HOHIDIE	QSHOIII-1	Estiaje	17	1275	2,001	0,431	0,569	0,49	4,003	2,318
R. Cconchaccota	RConc-2	Húmeda	21	689	2,244	0,362	0,638	0,511	4,738	2,76
N. CCONCHACCOLA	KCOHC-2	Estiaje	16	994	1,302	0,56	0,44	0,326	2,466	1,785
R. Cconchaccota	RConc-3	Húmeda	22	650	2,409	0,289	0,711	0,54	5,31	3,465
N. CCONCHACCOLA	KCOIIC-3	Estiaje	24	947	2,661	0,263	0,737	0,58	6,326	3,807
Q. sin nombre	QSnom-2	Húmeda	27	1380	2,378	0,279	0,722	0,5	5,199	3,591
Q. SIII HOHIDIE	QSHOITI-2	Estiaje	16	769	3,275	0,135	0,865	0,819	9,679	7,402
R. Cconchaccota	RConc-4	Húmeda	25	865	2,467	0,28	0,72	0,531	5,528	3,573
N. CCONCHACCOLA	KCOHC-4	Estiaje	25	881	2,247	0,31	0,69	0,484	4,746	3,227
Q. sin nombre	QSnom-3	Húmeda	25	875	2,237	0,358	0,642	0,482	4,714	2,792
Q. SIII HOHIDIE	QSHOIII-3	Estiaje	21	524	2,74	0,235	0,765	0,624	6,68	4,26
R. Cconchaccota	RConc-5	Húmeda	21	785	2,45	0,248	0,753	0,558	5,466	4,04
R. CCONCHACCOLA	RConc-5	Estiaje	20	1254	2,487	0,223	0,777	0,576	5,607	4,49
O sin nombro	QSnom-4	Húmeda	12	129	2,261	0,302	0,698	0,631	4,794	3,31
Q. sin nombre	QSHOIII-4	Estiaje	24	518	2,732	0,229	0,772	0,596	6,643	4,376
P. Coonshagasta	RConc-6	Húmeda	23	895	1,643	0,458	0,542	0,363	3,122	2,184
R. Cconchaccota	RConc-6	Estiaje	22	754	2,272	0,345	0,655	0,51	4,832	2,896
P. Coonshagests	PCono 7	Húmeda	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
R. Cconchaccota	RConc-7	Estiaje	23	624	2,418	0,319	0,681	0,535	5,344	3,137
P. Coonshagests	PCono º	Húmeda	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
R. Cconchaccota	RConc-8	Estiaje	15	653	2,339	0,289	0,711	0,599	5,058	3,457

Cuerpo de agua	Punto	Temporada	Riqueza de especies (S)	Abundancia de individuos (N)	Diversidad de Shannon-Wiener (H)	Dominancia de Simpson (λ)	Diversidad de Simpson (1-λ)	Equidad de Pielou (J')	Número de Hill N1	Número de Hill N2
O Huanaconamna	QHuan-2	Húmeda	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Q. Huanacopampa	Qi iuaii-2	Estiaje	24	1412	2,745	0,21	0,791	0,599	6,703	4,773
O Huanasanama	QHuan-1	Húmeda	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Q. Huanacopampa	QHuan-1	Estiaje	23	777	2,448	0,274	0,726	0,541	5,455	3,656
R. Record	RReco-3	Húmeda	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
K. Record	KKECO-3	Estiaje	24	969	3,007	0,199	0,801	0,656	8,041	5,03

N.E.: parámetro no evaluado.

Húmeda: Primera ejecución - mayo 2019. Estiaje: Segunda ejecución - agosto 2019.

Índices Bióticos

En la Tabla 8.10 se presentan los resultados de la calidad ecológica del agua por punto de muestreo y temporada de evaluación, determinada referencialmente a partir del índice biótico andino (ABI). En mayo de 2019 (temporada de avenida), el punto de muestreo QSnom-1 (quebrada sin nombre 1) registró el mayor valor con 76, que corresponde a una muy buena calidad ecológica del agua; mientras que el punto de muestreo RConc-1 (río Cconchaccota) registró el menor valor con 36, que corresponde a una moderada calidad ecológica del agua. En agosto de 2019 (temporada de estiaje), el punto de muestreo QQuch-1 (quebrada Cuchuhuacho) registró el mayor valor con 81, que corresponde a una muy buena calidad ecológica del agua; mientras que el punto de muestreo RConc-1 (río Cconchaccota) registró el menor valor con 48, que corresponde a una buena calidad ecológica del agua.

Tabla 8.10. Índices bióticos y calidad ecológica del agua por punto de muestreo y temporada de evaluación

Cuerpo de agua	Punto	Temporada	Índice Biótico Andino (ABI)	Calidad
Q. Cuchuhuacho	QQuch-1	Húmeda	N.E.	N.E.
Q. Cuchunuacho	QQuch-1	Estiaje	81	Muy bueno
R. Cconchaccota	RConc-1	Húmeda	36	Moderado
R. CCONCHACCOLA	RCOIIC-1	Estiaje	48	Bueno
Q. sin nombre	QSnom-1	Húmeda	76	Muy bueno
Q. SIII Hombre	QSHOIII-1	Estiaje	54	Bueno
R. Cconchaccota	RConc-2	Húmeda	66	Bueno
R. CCONCHACCOLA	RCOIIC-2	Estiaje	65	Bueno
R. Cconchaccota	RConc-3	Húmeda	61	Bueno
R. CCONCHACCOLA	RConc-3	Estiaje	68	Bueno
Q. sin nombre	QSnom-2	Húmeda	68	Bueno
Q. SIII HOHIDIE	QSHOIII-2	Estiaje	49	Bueno
R. Cconchaccota	RConc-4	Húmeda	61	Bueno
R. CCONCHACCOLA	RCOIIC-4	Estiaje	79	Muy bueno
Q. sin nombre	QSnom-3	Húmeda	70	Bueno
Q. SIII HOMbre	QSHOIII-3	Estiaje	77	Muy bueno
R. Cconchaccota	RConc-5	Húmeda	58	Bueno
R. Geonenaccota	KCOHC-5	Estiaje	71	Bueno
Q. sin nombre	QSnom-4	Húmeda	37	Moderado

Cuerpo de agua	Punto	Temporada	Índice Biótico Andino (ABI)	Calidad
		Estiaje	63	Bueno
R. Cconchaccota	RConc-6	Húmeda	61	Bueno
R. Cconchaccola	RCONC-6	Estiaje	65	Bueno
R. Cconchaccota	RConc-7	Húmeda	N.E.	N.E.
R. Cconchaccola	RConc-7	Estiaje	80	Muy bueno
R. Cconchaccota	RConc-8	Húmeda	N.E.	N.E.
R. Cconchaccola	RCONC-6	Estiaje	53	Bueno
O Huanaanamaa	QHuan-2	Húmeda	N.E.	N.E.
Q. Huanacopampa	QHuan-2	Estiaje	65	Bueno
O Huanaanamaa	QHuan-1	Húmeda	N.E.	N.E.
Q. Huanacopampa	Qnuan-1	Estiaje	70	Bueno
P. Popord	DPoor 2	Húmeda	N.E.	N.E.
R. Record	RReco-3	Estiaje	79	Muy bueno

N.E.: parámetro no evaluado.

Húmeda: Primera ejecución - mayo 2019. Estiaje: Segunda ejecución - agosto 2019.

c.2. Perifiton

Esta comunidad está conformada por una parte vegetal (microalgas) y una parte animal (microorganismos). Para el análisis de esta comunidad se consideró solo a las microalgas, debido a la baja diversidad de los microorganismos. En el Anexo 2, se detalla el registro completo de las especies del perifiton.

Riqueza

En la microcuenca Cconchaccota, la comunidad del perifiton (microalgas) estuvo representada por 204 especies agrupadas en 8 phyla. El phylum Bacillariophyta registró la mayor riqueza con 107 especies, seguida por el phylum Charophyta con 37 especies. En el Anexo 2 se presenta el registro completo del perifiton.

En la Tabla 8.11 se presentan los resultados de la riqueza del perifiton por punto de muestreo y temporada de evaluación. Se observó que, en mayo de 2019 (temporada de avenida) el punto RConc-5, ubicado en el río Cconchaccota, registró la mayor riqueza con 50 especies; mientras que, el punto de muestreo QSnom-2, ubicado en la quebrada sin nombre 2, registró la menor riqueza con 24 especies. En agosto de 2019 (temporada de estiaje) el punto de muestreo QHuan-1, ubicado en la quebrada Huanacopampa, registró la mayor riqueza con 48 especies; mientras que, el punto de muestreo RConc-8, ubicado en el río Cconchaccota, registró la menor riqueza con 23 especies.

Abundancia

En la Tabla 8.12 se presentan los resultados de la abundancia del perifiton por punto de muestreo y temporada de evaluación. Se observó que en la temporada de avenida el punto RConc-5, ubicado en el río Cconchaccota, registró la mayor abundancia con 77534 organismos/cm²; mientras que, el punto QSnom-4, ubicado en la quebrada sin nombre 4, registró la menor abundancia con 34751 organismos/cm². En la temporada de estiaje el punto de muestreo QSnom-1, ubicado en la quebrada sin nombre 1, registró la mayor abundancia con 68447 organismos/cm²; mientras que, el punto de muestreo QSnom-3, ubicado en la quebrada sin nombre 3, registró la menor abundancia con 23391 organismos/cm².



Tabla 8.11. Riqueza de la comunidad del perifiton (microalgas) por phylum y temporada de evaluación

Cuerpo de agua	Punto	Temporada	Bacillariophyta	Ochrophyta	Cyanobacteria	Chlorophyta	Charophyta	Euglenozoa	Glaucophyta	Miozoa	Riqueza de especies (S)
O. Cuchuhusehe	QQuch-1	Húmeda	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Q. Cuchuhuacho	QQucn-1	Estiaje	16	0	3	7	10	0	0	0	36
R. Cconchaccota	RConc-1	Húmeda	22	0	6	4	2	0	0	1	35
R. Cconchaccola	RConc-1	Estiaje	26	1	1	6	3	0	0	1	38
Q. sin nombre	QSnom-1	Húmeda	16	0	1	8	8	0	0	0	33
Q. SIII HOHIDIE	QSHOIII-1	Estiaje	18	0	2	5	3	0	0	0	28
R. Cconchaccota	RConc-2	Húmeda	27	0	1	10	4	0	0	1	43
R. Cconcnaccota	RConc-2	Estiaje	18	0	0	2	5	0	0	1	26
D. Casashasasta	DC 2	Húmeda	22	0	1	10	5	0	0	1	39
R. Cconchaccota	RConc-3	Estiaje	17	0	1	8	1	0	0	0	27
0 air rambra	00	Húmeda	10	0	3	8	2	1	0	0	24
Q. sin nombre	QSnom-2	Estiaje	10	0	6	8	0	0	0	0	24
D. Casashasasta	DC 4	Húmeda	21	0	2	9	6	0	0	1	39
R. Cconchaccota	RConc-4	Estiaje	18	0	0	7	4	0	0	0	29
0 air rambra	00	Húmeda	18	0	2	4	13	1	1	0	39
Q. sin nombre	QSnom-3	Estiaje	18	0	2	2	3	0	0	0	25
D. Casashasasta	DC 5	Húmeda	34	0	0	9	7	0	0	0	50
R. Cconchaccota	RConc-5	Estiaje	15	0	3	11	2	0	0	0	31
0 air rambra	00	Húmeda	15	0	1	4	12	0	0	0	32
Q. sin nombre	QSnom-4	Estiaje	18	0	2	5	17	0	0	0	42
D. Coonshagests	DCone C	Húmeda	24	0	1	7	3	0	0	0	35
R. Cconchaccota	RConc-6	Estiaje	19	0	1	10	2	0	0	0	32
D. Coonshannet	DC 7	Húmeda	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
R. Cconchaccota R	RConc-7	Estiaje	17	0	3	7	2	0	0	0	29

Cuerpo de agua	Punto	Temporada	Bacillariophyta	Ochrophyta	Cyanobacteria	Chlorophyta	Charophyta	Euglenozoa	Glaucophyta	Miozoa	Riqueza de especies (S)
R. Cconchaccota	RConc-8	Húmeda	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
R. Cconchaccota	RCOIIC-0	Estiaje	11	0	1	10	1	0	0	0	23
O Huanaganamna	QHuan-2	Húmeda	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Q. Huanacopampa	QHuan-2	Estiaje	25	0	4	5	10	0	0	0	44
0.11	Ollvan 4	Húmeda	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Q. Huanacopampa	QHuan-1	Estiaje	25	0	1	10	12	0	0	0	48
D. Danaud	DD 2	Húmeda	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
R. Record	RReco-3	Estiaje	24	0	0	3	1	0	0	0	28

N.E.: punto no evaluado. Húmeda: Primera ejecución - mayo 2019 Estiaje: Segunda ejecución - agosto 2019 Fuente: Reportes de resultados: N.º 041-2019-STEC y N.º 042-2019-STEC.



Tabla 8.12. Abundancia de la comunidad del perifiton por phylum y temporada de evaluación

Cuerpo de agua Punto Temporada Estáje N.E. N.E	9 (N) sonnpuring N.E. 45947 47117 45729 67420
Q. Cuchuhuacho QQuch-1 Estiaje 36667 0 1667 3640 3973 0 0 0 R. Cconchaccota RConc-1 Húmeda 38892 0 2779 2029 1750 0 0 1667 Estiaje 36393 278 278 6224 1167 0 0 1389 Húmeda 53890 0 278 10972 2280 0 0 0	N.E. 45947 47117 45729
R. Cconchaccota RConc-1 Estiaje 36667 0 1667 3640 3973 0 0 0 0 0 0 0 0 0	47117 45729
R. Cconchaccota RConc-1 Estiaje 36393 278 278 6224 1167 0 0 1389	45729
Estiaje 36393 278 278 6224 1167 0 0 1389	
O. sin nombre OSnom-1 Húmeda 53890 0 278 10972 2280 0 0 0	67420
Estiaje 58613 0 1667 7222 945 0 0	68447
R. Cconchaccota RConc-2 Húmeda 50003 0 278 5222 2500 0 0 1111	59114
R. Cconchaccota RConc-2 Estiaje 41390 0 0 1111 1529 0 0 278	44308
B Canada	62896
R. Cconchaccota RConc-3 Estiaje 44167 0 556 9445 278 0 0 0	54446
Q. sin nombre QSnom-2 Húmeda 33889 0 2778 5057 334 278 0 0	42336
Q. sin nombre	33947
R. Cconchaccota RConc-4 Húmeda 38891 0 1111 7584 3334 0 0 1389	52309
R. Cconchaccota RConc-4 Estiaje 41670 0 0 11391 1056 0 0	54117
Q. sin nombre QSnom-3 Húmeda 30002 0 1944 3889 8252 278 556 0	44921
Q. sin nombre QSnom-3 Estiaje 20279 0 834 1389 889 0 0 0	23391
R. Cconchaccota RConc-5 Húmeda 69726 0 0 6084 1724 0 0 0	77534
R. Cconchaccota RConc-5 Estiaje 27779 0 1390 10613 417 0 0 0	40199
Q. sin nombre QSnom-4 Húmeda 16111 0 833 2778 15029 0 0 0	34751
G. SIT HOMBIE QSHOTI-4 Estiaje 24726 0 1111 3667 9531 0 0 0	39035
R Conneheccete RConn 6 Húmeda 52503 0 278 7251 639 0 0 0	60671
R. Cconchaccota RConc-6 Estiaje 38613 0 556 9195 223 0 0 0	48587
R. Cconchaccota RConc-7 Húmeda N.E. N.E. N.E. N.E. N.E. N.E. N.E. N.E	N.E.
R. Cconchaccota RConc-7 Estiaje 42781 0 1112 8335 528 0 0 0	52756

Cuerpo de agua	Punto	Temporada	Bacillariophyta	Ochrophyta	Cyanobacteria	Chlorophyta	Charophyta	Euglenozoa	Glaucophyta	Miozoa	Abundancia de individuos (N)
R. Cconchaccota	RConc-8	Húmeda	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
N. Georieriaceota	RCOIIC-0	Estiaje	23613	0	278	13388	194	0	0	0	37473
O Huanaanamaa	QHuan-2	Húmeda	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Q. Huanacopampa	QHuan-2	Estiaje	21670	0	2222	3056	3642	0	0	0	30590
0.11	Ollivar 4	Húmeda	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Q. Huanacopampa	QHuan-1	Estiaje	28337	0	556	8112	5696	0	0	0	42701
D. Danard	DD 2	Húmeda	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
R. Record	RReco-3	Estiaje	31669	0	0	1945	278	0	0	0	33892

N.E.: punto no evaluado. Húmeda: Primera ejecución - mayo 2019. Estiaje: Segunda ejecución - agosto 2019. Fuente: Reportes de resultados: N.º 041-2019-STEC y N.º 042-2019-STEC.

Índices de diversidad

En la Tabla 8.13 se presentan los resultados de los índices de diversidad alfa: riqueza de especies, abundancia, diversidad de Shannon-Wiener (H´), diversidad de Simpson (1- λ), dominancia de Simpson (λ) y equidad de Pielou (J´), por punto de muestreo y temporada de evaluación. Se observó que, en mayo de 2019 (temporada de avenida) el punto QSnom-4 (quebrada sin nombre 4) registró los mayores valores de diversidad de Shannon-Wiener (4,614) y diversidad de Simpson (0,950); los cuales se vieron reflejados en un alto valor de equidad de Pielou (0,923), que indica una distribución homogénea de la abundancia de individuos por especie. En agosto de 2019 (temporada de estiaje) el punto QHuan-1 (quebrada Huanacopampa) registró los mayores valores de riqueza (48 especies), diversidad de Shannon-Wiener (4,990) y diversidad de Simpson (0,958); los cuales se vieron reflejados en un alto valor de equidad de Pielou (0,894), que indica una distribución homogénea de la abundancia de individuos por especie.

Tabla 8.13. Índices de diversidad alfa de la comunidad del perifiton (microalgas) por punto de

muestreo y temporada de evaluación

muestreo y tem		CVAIGACIOI		a de (N)	d de n- 1)	a de (λ)	d de 1-λ)	de J')	≡ I	≡ E
Cuerpo de agua	Punto	Temporada	Riqueza de especies (S)	Abundancia de individuos (N)	Diversidad de Shannon- Wiener (H´)	Dominancia de Simpson (λ)	Diversidad de Simpson (1-λ)	Equidad de Pielou (J´)	Número de F N1	Número de H N2
Q. Cuchuhuacho	QQuch-1	Húmeda	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Q. Cuchundacilo	QQucii-1	Estiaje	36	45947	3,999	0,120	0,880	0,774	15,990	8,329
R. Cconchaccota	RConc-1	Húmeda	35	47117	4,013	0,112	0,888	0,782	16,140	8,915
N. Oconchaccola	TCOIIC-1	Estiaje	38	45729	4,148	0,099	0,901	0,791	17,730	10,050
Q. sin nombre	QSnom-1	Húmeda	33	67420	3,815	0,112	0,889	0,756	14,080	8,966
Q. SIII HOHIDIE	QOHOIH-1	Estiaje	28	68447	4,032	0,084	0,916	0,839	16,360	11,860
R. Cconchaccota	RConc-2	Húmeda	43	59114	4,146	0,109	0,891	0,764	17,710	9,209
R. CCOTICTIACCOIA	RCOIIC-2	Estiaje	26	44308	3,697	0,114	0,887	0,787	12,970	8,813
R. Cconchaccota	RConc-3	Húmeda	39	62896	4,260	0,081	0,919	0,806	19,160	12,350
R. CCOTICHACCOIA	RCOIIC-3	Estiaje	27	54446	3,904	0,090	0,910	0,821	14,970	11,130
O sin nambra	OCnom 2	Húmeda	24	42336	3,176	0,181	0,819	0,693	9,037	5,513
Q. sin nombre	QSnom-2	Estiaje	24	33947	3,821	0,105	0,895	0,833	14,130	9,536
R. Cconchaccota	RConc-4	Húmeda	39	52309	4,461	0,065	0,935	0,844	22,030	15,350
R. Cconchaccola	RCOIIC-4	Estiaje	29	54117	4,006	0,090	0,910	0,825	16,070	11,110
O sin nambra	OSnom 2	Húmeda	39	44921	4,340	0,095	0,905	0,821	20,250	10,530
Q. sin nombre	QSnom-3	Estiaje	25	23391	3,941	0,099	0,901	0,849	15,360	10,090
P. Coonahaaaata	PCono F	Húmeda	50	77534	4,393	0,080	0,920	0,778	21,010	12,520
R. Cconchaccota	RConc-5	Estiaje	31	40199	4,144	0,083	0,917	0,836	17,680	11,990
O sin nambra	OCnom 4	Húmeda	32	34751	4,614	0,050	0,950	0,923	24,490	19,830
Q. sin nombre	QSnom-4	Estiaje	42	39035	4,623	0,058	0,942	0,857	24,640	17,170
D. Coonahaaaata	DCono 6	Húmeda	35	60671	3,951	0,104	0,896	0,770	15,470	9,644
R. Cconchaccota	RConc-6	Estiaje	32	48587	3,977	0,098	0,902	0,795	15,750	10,160
D. Connection	DCono 7	Húmeda	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
R. Cconchaccota	RConc-7	Estiaje	29	52756	3,795	0,102	0,898	0,781	13,880	9,807
D. Connection	DC 0	Húmeda	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
R. Cconchaccota	RConc-8	Estiaje	23	37473	3,718	0,102	0,899	0,822	13,160	9,856
O Huang	Ollus C	Húmeda	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
Q. Huanacopampa	QHuan-2	Estiaje	44	30590	4,939	0,044	0,956	0,905	30,670	22,550
Q. Huanacopampa	QHuan-1	Húmeda	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.

Cuerpo de agua	Punto	Temporada	Riqueza de especies (S)	Abundancia de individuos (N)	Diversidad de Shannon- Wiener (H')	Dominancia de Simpson (λ)	Diversidad de Simpson (1-λ)	Equidad de Pielou (J´)	Número de Hill N1	Número de Hill N2
		Estiaje	48	42701	4,990	0,042	0,958	0,894	31,780	23,710
D. Dooord	DDoor 2	Húmeda	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.	N.E.
R. Record	RReco-3	Estiaje	28	33892	4,262	0,069	0,931	0,887	19,180	14,450

N.E.: parámetro no evaluado

Húmeda: Primera ejecución - mayo 2019 Estiaje: Segunda ejecución - agosto 2019

c.3. Ictiofauna

En la microcuenca Cconchaccota, la comunidad de peces (Ictiofauna) estuvo representada por la especie *Orestias* sp. (complejo agassizii) que pertenece a la familia Cyprinodontidae (Cyprinodontiformes), en el punto de muestreo RConc-1 se registraron 3 individuos de dicha especie. En el Anexo 2 se presenta el registro de la especie.

Zona 2: Microcuenca Pararani

Riqueza

En la microcuenca Pararani, la comunidad de macroinvertebrados bentónicos estuvo representada por 40 especies, agrupadas en 3 phyla, 5 clases y 13 órdenes. El orden Díptera registró la mayor riqueza con 19 especies, seguida por el orden Coleoptera con 7 especies. En el Anexo 2 se presenta el registro completo de macroinvertebrados bentónicos.

En la Tabla 8.14 se presentan los resultados de la riqueza de macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo y temporada de evaluación. Se observó que, el punto de muestreo RPara-2A, ubicado en el río Pararani, registró la mayor riqueza para ambos meses con 22 especies en avenida y 27 especies en estiaje; mientras que, el punto de muestreo QLahu-1, ubicado en la quebrada Lahuani, registró la menor riqueza para ambos meses con 15 especies en mayo y 20 especies en agosto.

Tabla 8.14. Riqueza de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos por orden y temporada de evaluación

Cuerpo de agua	R. Pa	ırarani	Q. La	huani	Q. La	huani	R. Pa	rarani	R. Pa	rarani
Punto	RPa	ara-1	QLa	hu-1	QLa	hu-2	RPara-2A		RPa	ıra-6
Temporada	Н	Е	Н	Е	Н	Е	Н	Е	Н	Е
Haplotaxida	0	0	1	1	0	1	0	1	0	N.E.
Lumbriculida	1	1	1	1	1	0	1	1	1	N.E.
Trombidiformes	1	1	0	1	1	1	1	1	1	N.E.
Sarcoptiformes	0	0	1	0	0	0	0	0	0	N.E.
Ephemeroptera	2	2	2	2	1	2	2	2	1	N.E.
Odonata	0	0	0	1	1	1	1	0	0	N.E.
Plecoptera	0	0	0	0	0	0	0	1	0	N.E.
Hemiptera	0	0	0	0	0	0	1	0	0	N.E.
Trichoptera	2	3	2	2	2	3	3	3	1	N.E.
Coleoptera	1	3	2	3	4	3	3	3	2	N.E.
Diptera	10	11	6	9	9	11	10	13	9	N.E.
Amphipoda	0	1	0	0	0	0	0	1	0	N.E.
Neoophora	0	0	0	0	0	0	0	1	1	N.E.

Cuerpo de agua	R. Pa	rarani	Q. La	huani	Q. Lahuani		R. Pararani		R. Pararani	
Punto	RPara-1		QLahu-1		QLa	hu-2	RPai	ra-2A	RPa	ıra-6
Temporada	Н	Е	Н	Е	Н	Е	Н	Е	Н	Е
Riqueza de especies (S)	17	22	15	20	19	22	22	27	16	N.E.

N.E.: parámetro no evaluado.

Húmeda: Primera ejecución - mayo 2019. Estiaje: Segunda ejecución - agosto 2019.

Ministerio

del Ambiente

Abundancia

En la Tabla 8.15 se presentan los resultados de la abundancia de macroinvertebrados bentónicos por punto de muestreo y temporada de evaluación. Se observó que, en mayo de 2019 (temporada de avenida) el punto de muestreo RPara-1, ubicado en el río Pararani, registró la mayor abundancia con 880 individuos; mientras que, el punto de muestreo QLahu-1, ubicado en la quebrada Lahuani, registró la menor abundancia con 348 individuos. En agosto de 2019 (temporada de estiaje), el punto de muestreo RPara-2A, ubicado en el río Pararani, registró la mayor abundancia con 2706 individuos; mientras que, el punto de muestreo QLahu-1, ubicado en la quebrada Lahuani, registró la menor abundancia con 1009 individuos.

Tabla 8.15. Abundancia de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos por orden y temporada de evaluación

temporada de	Cvaraao	1011								
Cuerpo de agua	R. Pa	rarani	Q. La	huani	Q. La	huani	R. Pa	rarani	R. Pa	rarani
Punto	RPa	ıra-1	QLa	hu-1	QLa	hu-2	RPara-2A		RPa	ra-6
Temporada	Н	Е	Н	Е	Н	Е	Н	Е	Н	Е
Haplotaxida	0	0	36	35	0	5	0	1	0	N.E.
Lumbriculida	4	7	3	3	4	0	4	12	4	N.E.
Trombidiformes	1	43	0	16	3	164	1	21	3	N.E.
Sarcoptiformes	0	0	1	0	0	0	0	0	0	N.E.
Ephemeroptera	64	949	179	214	450	701	116	1287	14	N.E.
Odonata	0	0	0	1	6	13	1	0	0	N.E.
Plecoptera	0	0	0	0	0	0	0	1	0	N.E.
Hemiptera	0	0	0	0	0	0	1	0	0	N.E.
Trichoptera	15	159	8	74	5	79	6	180	8	N.E.
Coleoptera	448	362	44	34	110	321	149	251	125	N.E.
Diptera	348	507	77	632	195	962	552	951	427	N.E.
Amphipoda	0	1	0	0	0	0	0	1	0	N.E.
Neoophora	0	0	0	0	0	0	0	1	1	N.E.
Abundancia de individuos (N)	880	2028	348	1009	773	2245	830	2706	582	N.E.

N.E.: parámetro no evaluado.

Húmeda (H): Primera ejecución - mayo 2019. Estiaje (E): Segunda ejecución - agosto 2019.

Índices de diversidad

En la Tabla 8.16 se presentan los resultados de los índices de diversidad alfa: riqueza de especies, abundancia, diversidad de Shannon-Wiener (H´), diversidad de Simpson (1- λ), dominancia de Simpson (λ) y equidad de Pielou (J´), por punto de muestreo y temporada de evaluación. Se observó que para ambos meses el punto de muestreo RPara-2A (río Pararani) registró los mayores valores de riqueza (22 especies en avenida y 27 especies en estiaje), diversidad de Shannon-Wiener (2,174 en avenida y 2,495 en estiaje) y diversidad

de Simpson (0,677 en avenida y 0,729 en estiaje); sin embargo, registró un bajo valor de equidad de Pielou (0,488 en avenida y 0,525 en estiaje), que indica la presencia de pocas especies dominantes para esta zona.

Tabla 8.16. Índices de diversidad alfa de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos por

punto de muestreo v temporada de evaluación

Cuerpo de agua	R. Pa	R. Pararani		huani	Q. La	huani	R. Pararani		R. Pararani	
Punto	RPara-1		QLahu-1		QLahu-2		RPara-2A		RPara-6	
Temporada	Н	Е	Н	Е	Н	Е	Н	Е	Н	Е
Riqueza de especies (S)	17	22	15	20	19	22	22	27	16	N.E.
Abundancia de individuos (N)	880	2028	348	1009	773	2245	830	2706	582	N.E.
Diversidad de Shannon-Wiener (H')	2,062	2,419	2,272	2,257	1,783	2,96	2,174	2,495	1,466	N.E.
Dominancia de Simpson (λ)	0,341	0,274	0,307	0,347	0,408	0,183	0,323	0,271	0,528	N.E.
Diversidad de Simpson (1-λ)	0,659	0,726	0,693	0,653	0,592	0,817	0,677	0,729	0,472	N.E.
Equidad de Pielou (J´)	0,504	0,543	0,581	0,522	0,420	0,664	0,488	0,525	0,367	N.E.
Número de Hill N1	4,175	5,349	4,829	4,781	3,442	7,783	4,512	5,636	2,763	N.E.
Número de Hill N2	2,932	3,651	3,256	2,884	2,451	5,465	3,093	3,692	1,893	N.E.

N.E.: parámetro no evaluado

Húmeda (H): Primera ejecución - mayo 2019 Estiaje (E): Segunda ejecución - agosto 2019

Índices Bióticos

En la Tabla 8.17 se presentan los resultados de la calidad ecológica del agua por punto de muestreo y temporada de evaluación, determinada referencialmente a partir del índice biótico andino (ABI). El punto de muestreo RPara-2A, ubicado en el río Pararani, registró el mayor valor para ambos meses con 81 durante mayo de 2019 (avenida) y 89 en agosto de 2019 (estiaje); que corresponde a una muy buena calidad ecológica del agua en ambos casos; mientras que, en mayo el punto de muestreo RPara-6 (río Pararani) registró el menor valor con 45, que corresponde a una buena calidad ecológica del agua y en agosto el punto de muestreo QLahu-1 (quebrada Lahuani) registró el menor valor con 56, que corresponde a una buena calidad ecológica del agua.

Tabla 8.17. Índices bióticos y calidad ecológica del agua por punto de muestreo y temporada de evaluación

Cuerpo de agua	o de agua R. Para		rarani Q. Lahuani		Q. Lahuani		R. Pararani		R. Pararani	
Punto	RPara-1		QLahu-1		QLahu-2		RPara-2A		RPara-6	
Temporada	Н	Е	Н	Е	Н	Е	Н	Е	Н	E
Índice Biótico Andino (ABI)	64	74	49	56	57	67	81	89	45	N.E.
Calidad	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Muy bueno	Muy bueno	Bueno	N.E.

N.E.: parámetro no evaluado.

Húmeda (H): Primera ejecución - mayo 2019. Estiaje (E): Segunda ejecución - agosto 2019.

c.2. Perifiton

Esta comunidad está conformada por una parte vegetal (microalgas) y una parte animal (microorganismos). Para el análisis de esta comunidad se consideró solo a las microalgas, debido a la baja diversidad de los microorganismos. En el Anexo 2, se detalla el registro completo de las especies del perifiton.

Riqueza

En la microcuenca Pararani, la comunidad del perifiton (microalgas) estuvo representada por 125 especies agrupadas en 8 phyla. El phylum Bacillariophyta registró la mayor riqueza con 71 especies, seguida por el phylum Chlorophyta con 25 especies. En el Anexo 2 se presenta el registro completo del perifiton.

En la Tabla 8.18 se presentan los resultados de la riqueza del perifiton por punto de muestreo y temporada de evaluación. Se observó que el punto de muestreo QLahu-1, ubicado en la quebrada Lahuani, registró la mayor riqueza para ambos meses con 59 especies en mayo de 2019 (avenida) y 34 especies en agosto de 2019 (estiaje); por otro lado, el punto de muestreo RPara-1, ubicado en el río Pararani, registró la menor riqueza para ambos meses con 23 especies en avenida y 19 especies en estiaje.

Tabla 8.18. Riqueza de la comunidad del perifiton (microalgas) por phylum y temporada de evaluación

Cuerpo de agua	R. Pararani		Q. Lahuani		Q. Lahuani		R. Pararani		R. Pararani	
Punto	RPa	ıra-1	QLahu-1		QLahu-2		RPara-2A		RPara-6	
Temporada	Н	Е	Н	Е	Н	Е	Н	Е	Н	Е
Bacillariophyta	16	13	35	21	36	20	20	20	27	N.E.
Ochrophyta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	N.E.
Cyanobacteria	0	0	6	6	5	1	0	3	1	N.E.
Chlorophyta	7	6	11	5	8	9	10	8	4	N.E.
Charophyta	0	0	7	2	4	4	2	3	2	N.E.
Euglenozoa	0	0	0	0	0	0	0	0	1	N.E.
Glaucophyta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	N.E.
Miozoa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	N.E.
Riqueza de especies (S)	23	19	59	34	53	34	32	34	35	N.E.

N.E.: punto no evaluado.

Húmeda (H): Primera ejecución - mayo 2019. Estiaje (E): Segunda ejecución - agosto 2019.

Abundancia

En la Tabla 8.19 se presentan los resultados de la abundancia del perifiton por punto de muestreo y temporada de evaluación. Se observó que el punto de muestreo QLahu-1, ubicado en la quebrada Lahuani, registró la mayor abundancia para ambos meses con 112921 organismos/cm² en mayo de 2019 (avenida) y 55721 organismos/cm² en agosto de 2019 (estiaje); por otro lado, el punto de muestreo RPara-1, ubicado en el río Pararani, registró la menor abundancia para ambos meses con 63556 organismos/cm² en avenida y 21111 organismos/cm² en estiaje.

Tabla 8.19. Abundancia de la comunidad del perifiton por phylum y temporada de evaluación

Cuerpo de agua	R. Pararani		Q. Lahuani		Q. Lahuani		R. Pararani		R. Pararani	
Punto	RPara-1		QLahu-1		QLahu-2		RPara-2A		RPara-6	
Temporada	Н	Е	Н	Е	Н	E	Н	Е	Н	Е
Bacillariophyta	58334	16390	95833	42778	83333	25281	61667	40835	61112	N.E.
Ochrophyta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	N.E.
Cyanobacteria	0	0	6112	9444	10279	278	0	5834	833	N.E.
Chlorophyta	5222	4721	7364	3083	4084	5140	8751	8389	3390	N.E.
Charophyta	0	0	3612	416	1390	861	167	334	1389	N.E.
Euglenozoa	0	0	0	0	0	0	0	0	278	N.E.

Cuerpo de agua	R. Pararani		Q. Lahuani		Q. Lahuani		R. Pararani		R. Pararani	
Punto	RPa	ıra-1	QLahu-1		QLahu-2		RPara-2A		RPara-6	
Temporada	Н	Е	Н	Е	Н	E	Н	E	Н	Е
Glaucophyta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	N.E.
Miozoa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	N.E.
Abundancia de individuos (N)	63556	21111	112921	55721	99086	31560	70585	55392	67002	N.E.

N.E.: punto no evaluado.

Húmeda (H): Primera ejecución - mayo 2019 Estiaje (E): Segunda ejecución - agosto 2019

Ministerio

del Ambiente

Índices de diversidad

En la Tabla 8.20 se presentan los resultados de los índices de diversidad alfa: riqueza de especies, abundancia, diversidad de Shannon-Wiener (H´), diversidad de Simpson (1- λ), dominancia de Simpson (λ) y equidad de Pielou (J´), por punto de muestreo y temporada de evaluación. Se observó que para ambos meses el punto de muestreo QLahu-1 (quebrada Lahuani) registró los mayores valores de riqueza (59 especies en avenida y 34 especies en estiaje), diversidad de Shannon-Wiener (5,091 en avenida y 4,260 en estiaje) y diversidad de Simpson (0,958 en avenida y 0,909 en estiaje); los cuales se vieron reflejados en un alto valor de equidad de Pielou (0,865 en avenida y 0,837 en estiaje), que indica una distribución homogénea de la abundancia de individuos por especie.

Tabla 8.20. Índices de diversidad alfa de la comunidad del perifiton (microalgas) por punto de

muestreo y temporada de evaluación

Cuerpo de agua	R. Pa	rarani	rani Q. Lahua		Q. Lahuani		R. Pararani		R. Pararani	
Punto	RPa	ıra-1	QLa	hu-1	QLa	hu-2	RPar	RPara-2A		a-6
Temporada	Н	Е	Н	Е	Н	E	Н	E	Н	Е
Riqueza de especies (S)	23	19	59	34	53	34	32	34	35	N.E.
Abundancia de individuos (N)	63556	21111	112921	55721	99086	31560	70585	55392	67002	N.E.
Diversidad de Shannon- Wiener (H')	3,803	3,496	5,091	4,260	5,047	4,614	4,141	4,288	4,515	N.E.
Dominancia de Simpson (λ)	0,099	0,128	0,042	0,091	0,040	0,051	0,077	0,071	0,059	N.E.
Diversidad de Simpson (1-λ)	0,901	0,872	0,958	0,909	0,961	0,949	0,923	0,929	0,941	N.E.
Equidad de Pielou (J´)	0,841	0,823	0,865	0,837	0,881	0,907	0,828	0,843	0,880	N.E.
Número de Hill N1	13,960	11,280	34,080	19,160	33,070	24,490	17,650	19,540	22,860	N.E.
Número de Hill N2	10,130	7,789	24,010	11,040	25,310	19,470	13,050	14,170	16,820	N.E.

N.E.: parámetro no evaluado.

Húmeda (H): Primera ejecución - mayo 2019. Estiaje (E): Segunda ejecución - agosto 2019.

8.4 Aire

La evaluación de calidad de aire consideró 3 puntos de monitoreo ubicados alrededor del proyecto de exploración Haquira, en las comunidades campesinas Huanacopampa (CA-HU-01: 6 días de evaluación), Tambulla (CA-TA-01: 7 días de evaluación) y Ccahuanhuire (CA-CH-01: 6 días de evaluación).

Parámetros meteorológicos

En la Tabla 8.21 se presenta los resultados correspondientes a las condiciones meteorológicas registrado en los 3 puntos de monitoreo durante el periodo evaluado del 26 de julio al 2 de agosto de 2019, el detalle del registro se presenta en el Anexo 5.

Las características de la zona de estudio nos muestran una amplitud térmica con días cálidos y noches frías. Asimismo, los mayores valores de temperatura se registraron en el intervalo de las 8:00 a 17:00 horas; mientras que, los menores valores se registraron en el intervalo 17:00 a 8:00 horas. Los registros de precipitación indican que no se presentó precipitación alguna, la humedad relativa registró los valores mayores durante la noche y valores menores en el día.

La velocidad promedio del viento presentó mayores valores durante el horario comprendido entre las 8:00 horas a las 17:00 horas, mientras que los menores valores se registraron en el intervalo de las 17:00 horas a las 8:00 horas, llegando a presentar periodos de calma (velocidad de viento cero).

Tabla 8.21. Parámetros meteorológicos registrados en el área evaluada del 26 de julio al 2 de agosto de 2019

agosto ac zo i											
Área de			Temperatura	Humedad	Presión	Velocidad	Precipitación				
Estudio	Código	Valor	(° C)	relativa	barométrica	del viento	diaria				
LStudio			(10)	(%)	(mbar)	(m/s)	(mm)				
Horario (8:00 horas- 17:00 horas)											
Comunidad		Mínimo	5,7	10	479,3	1,3	0,0				
campesina	CA-HU-01	Máximo	18	70	483,5	4,5	0,0				
Huanacopampa		Promedio	13,8	31,4	481,5	2,6	0,0				
Comunidad		Mínimo	6,2	21	480,5	0,4	0,0				
campesina	CA-TA-01	Máximo	16,9	71	484,7	3,6	0,0				
Tambulla		Promedio	13,1	33,2	482,6	2,1	0,0				
Comunidad	CA-CH-01	Mínimo	6,3	18	477	0,9	0,0				
campesina		Máximo	17,4	70	481	6,3	0,0				
Ccahuanhuire		Promedio	13,3	31,9	479,2	3,1	0,0				
		Н	orario (17:00 hoi	ras – 8:00 hor	as)						
Comunidad		Mínimo	-1,7	27	479,6	0	0,0				
campesina	CA-HU-01	Máximo	12,6	87	483,4	5,4	0,0				
Huanacopampa		Promedio	3,7	61,4	481,8	1,5	0,0				
Comunidad		Mínimo	-4	24	480,8	0	0,0				
campesina	CA-TA-01	Máximo	13,3	84	484,5	3,6	0,0				
Tambulla		Promedio	2,9	63,2	483	0,6	0,0				
Comunidad		Mínimo	-2,1	21	477,2	0	0,0				
campesina	CA-CH-01	Máximo	13,2	81	480,8	4	0,0				
Ccahuanhuire		Promedio	3,9	58,8	479,3	2,4	0,0				

En la Figura 8.11 se presenta las rosas de viento correspondientes a la dirección y velocidad del viento registrados durante el periodo de monitoreo realizado del 26 de julio al 2 de agosto de 2019.

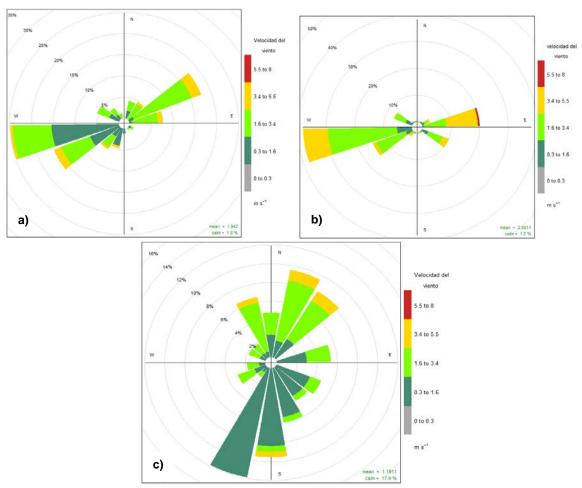


Figura 8.11. Rosa de vientos en los puntos de monitoreo a) C.C. Huanacopampa (CA-HU-01), b) C.C Ccahuanhuire (CA-CH-01) y c) C.C. Tambulla (CA-TA-01)

De acuerdo con los resultados registrados en los puntos de monitoreo CA-HU-01 y CA-CH-01 muestran que los flujos de vientos en estos puntos de monitoreo son homogéneas; donde, durante el periodo 8:00 h – 17:00 h predominaron los vientos de dirección noreste (NE) y este noreste (ENE); mientras que durante el periodo 17:00 h – 8:00 h predominaron los vientos de dirección oeste suroeste (WSW) y sur oeste (SW).

En el punto CA-TA-01, en el intervalo de $8:00\ h-17:00\ h$ predominaron los vientos de dirección noroeste (NE), nornoreste (NNE), norte (N) y del nornoroeste (NNW), mientras que en el periodo $17:00\ h-8:00\ h$ provinieron del sursuroeste (SSW), sur(S) y del sursureste (SSE).

8.4.1 Resultados y su comparación con las normas aprobadas en los IGA

Las concentraciones de material particulado con diámetro menor a 2,5 micras en todos los puntos de monitoreo fueron comparadas con el Decreto Supremo N.º 003-2008-MINAM (25 µg/m³) y las concentraciones del material particulado con diámetro menor a 10 micras fueron

comparados con el Decreto Supremo N.º 074-2001-PCM (150 µg/m³), a excepción del punto CA-TA-01, ubicado en la comunidad campesina de Tambulla y fuera del área de influencia directa ambiental del proyecto minero 12.

a) Material particulado menor a 10 micras (PM₁₀)

En la Figura 8.12 se observa que, durante el periodo de medición las concentraciones de material particulado con diámetro menor a 10 micras obtenidos durante el periodo de monitoreo en los puntos ubicados en la comunidad campesina Ccahuanhuire (CA-CH-01), y comunidad campesina Huanacopampa (CA-HU-01) no superaron el Estándar de Calidad Ambiental para aire (2017).

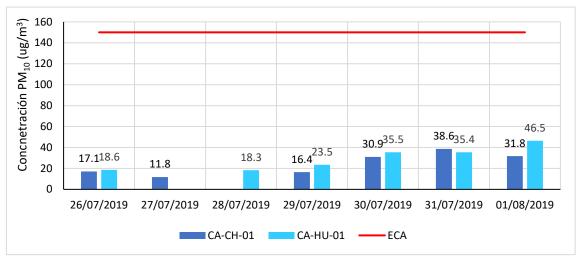


Figura 8.12. Concentración de material particulado con diámetro menor a 2,5 micras y su comparación con el estándar

b) Material particulado menor a 2,5 micras (PM_{2,5})

En la Figura 8.13, se observa que durante el periodo de medición las concentraciones de material particulado con diámetro menor a 2,5 micras obtenidos durante el periodo de monitoreo en los puntos de monitoreo ubicados en la comunidad campesina Ccahuanhuire (CA-CH-01) y comunidad campesina Huanacopampa (CA-HU-01) no superaron el Estándar de Calidad Ambiental para aire, a excepción del resultado obtenido el 1 de agosto de 2019 en el punto CA-HU-01 que superó el estándar en mención.

^{12 «}Segunda Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado Categoría II del proyecto de exploración Haguira» aprobado mediante Resolución Directoral N.º 387-2014-MEM/DGAAM.

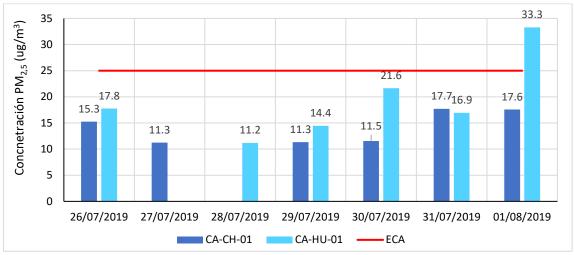


Figura 8.13. Concentración de material particulado con diámetro menor a 2,5 micras y su comparación con el estándar

8.4.2 Resultados y su comparación con la norma vigente

Las concentraciones de material particulado con diámetro menor a 2,5 y 10 micras en todas las estaciones de monitoreo fueron comparadas con el estándar vigente, establecido según Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM.

a) Material particulado menor a 10 micras (PM₁₀)

En la Figura 8.14 se observa que, durante el periodo de medición de 7 días, las concentraciones de material particulado con diámetro menor a 10 micras obtenidos durante el periodo de monitoreo en los puntos ubicados en la comunidad campesina Ccahuanhuire (CA-CH-01), comunidad campesina Tambulla (CA-TA-01) y comunidad campesina Huanacopampa (CA-HU-01) no superaron el Estándar de Calidad Ambiental para aire (2017).

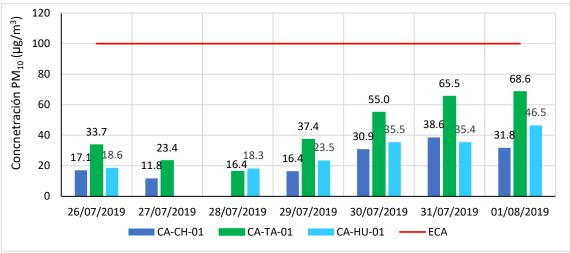


Figura 8.14. Concentración de material particulado con diámetro menor a 10 micras y su comparación con el estándar

b) Material particulado menor a 2,5 micras (PM_{2,5})

En la Figura 8.15 se observa que, durante el periodo de medición de 7 días las concentraciones de material particulado con diámetro menor a 2,5 micras obtenidos durante el periodo de monitoreo en los puntos ubicados en la comunidad campesina Ccahuanhuire (CA-CH-01), comunidad campesina Tambulla (CA-TA-01) y comunidad campesina Huanacopampa (CA-HU-01) no superaron el Estándar de Calidad Ambiental para aire (2017).

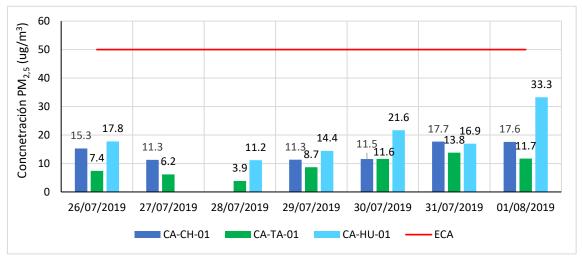


Figura 8.15. Concentración de material particulado con diámetro menor a 2,5 micras y su comparación con el estándar

c) Metales pesados en material particulado menor a 10 micras (PM₁₀)

Dado que, en el Perú no se cuenta con estándares de calidad ambiental que regulen las concentraciones diarias de los metales pesados en el aire, se tomó como referencia la norma «Ontario´s Ambient Air Quality Criteria» (2012) del Ministerio del Ambiente de Ontario – Canadá, para periodos de 24 horas.

Los metales como antimonio, arsénico, berilio, boro, cadmio, cobalto, cromo, cobre, estaño, estroncio, hierro, manganeso, molibdeno, níquel, plata, plomo, selenio, titanio, vanadio y zinc evaluados en todas las estaciones durante el periodo de evaluación, no excedieron dicho estándar referencial (Anexo 5).

9 DISCUSIÓN

El presente estudio tuvo como objetivo la evaluación ambiental temprana en el área de influencia del proyecto de exploración Haquira. Para un mejor análisis, el área evaluada fue dividida en 2 zonas:

- Zona 1: Microcuenca Cconchaccota
- Zona 2: Microcuenca Pararani

En dichas zonas de estudio se evaluaron las matrices de agua, sedimento, comunidades hidrobiológicas y aire; así como la geología local, nivel de fondo y flora y fauna, los cuales se encuentran detallados en los anexos 7,8 y 9 respectivamente.

Cconchaccota

Para calidad de agua, en la microcuenca del río Cconchaccota, se evaluaron 16 puntos de muestreo en ríos y quebradas. Los puntos de muestreo RConc-1, RConc-2, RConc-3, RConc-4, RConc-5, RConc-6 (localizados en el río Cconchaccota), QSnom-1, QSnom-2, QSnom-3 y QSnom-4 (localizados en la quebradas sin nombre) fueron evaluados en los meses de mayo y agosto de 2019; mientras que, los puntos de muestreo RConc-7, RConc-8 (localizados en el río Cconchaccota) QHuan-1, QHuan-2 (quebrada Huanacopampa), QCuch-1 (quebrada Cuchuhuacho) y RReco-3 (río Record) fueron evaluados solo en el mes de agosto de 2019. En la Figura 9.1 se presenta el esquema de la distribución de puntos de muestreo de agua superficial de la zona 1.

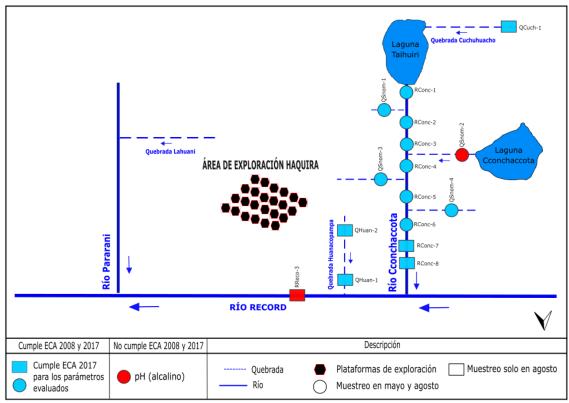


Figura 9.1. Distribución de puntos de monitoreo de agua superficial en el área de influencia del proyecto de exploración Haquira, y parámetros que excedieron los ECA para Agua (2008 y 2017) en la zona 1

Los puntos de muestreo ubicados en el río Cconchaccota y sus tributarios, hasta antes de su confluencia con el río Record, presentaron facies bicarbonatadas cálcicas – sódicas con parámetros que no superaron los ECA para Agua (2008 y 2017), a excepción de la quebrada Sin Nombre 2 (QSnom-2), de facies bicarbonatada cálcica, el cual presentó un potencial de hidrógeno alcalino (8,79 unidades de pH) en agosto de 2019 incumpliendo los ECA para Agua (2008 y 2017); mientras que, en mayo de 2019, el potencial de hidrógeno (7,66 unidades de pH) cumplió con el rango establecido del estándar mencionado.

Similares resultados de pH alcalino fueron reportados por Minera Antares Perú SAC en la «Segunda Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado Categoría II del

proyecto de exploración Haquira» ¹³ (en adelante, SMEIAsd), en la que el punto de muestreo QSnom-2 presentó un rango de pH entre 6,77 a 9,05 en el periodo 2008 a 2012 (Figura 9.2).

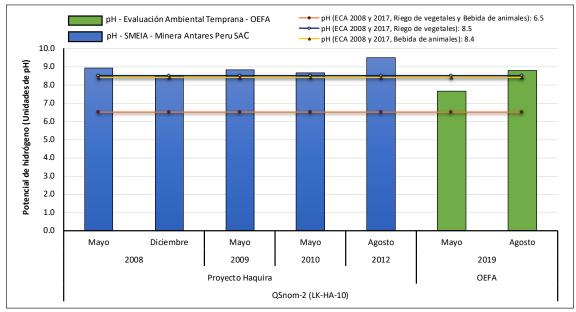


Figura 9.2. Data histórica de potencial de hidrógeno de Minera Antares Peru SAC, así como los de OEFA 2019 y su comparación con los ECA para Agua (2008 y 2017)

Fuente: Línea base de la Segunda modificación del Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado Categoría II del proyecto de exploración «Haquira»

El potencial de hidrógeno alcalino, en el punto de muestreo QSnom-2, está relacionado con las características geológicas de la zona ¹⁴, puesto que la quebrada Sin Nombre 2 se emplaza sobre rocas sedimentarias del Jurásico de la Formación Labra, la cual se encuentra constituida por secuencias de areniscas intercaladas con niveles delgados de lutitas carbonosas y estratos delgados de caliza ¹⁵ (Anexo 7), lo cual contribuye a las condiciones alcalinas de dicho punto de muestreo. Asimismo, Minera Antares Perú SAC en su SMEIAsd afirmó que las aguas ligeramente alcalinas y que superan los ECA para Agua (2008), categoría 3, corresponderían a condiciones naturales propios de las formaciones geológicas presentes en el área del proyecto.

El contexto geológico descrito ¹⁶ influye considerablemente sobre las características físicas y químicas del agua y el sedimento, y en conjunto estas variables determinan el contexto ambiental el cual influye sobre la dinámica de las comunidades hidrobiológicas; en general, se observó que la riqueza de especies de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos se mantuvo similar en ambas temporadas (Figura 9.3a); sin embargo, la composición de especies cambio en la temporada de estiaje (agosto 2019) en comparación con la temporada de avenida (mayo 2019); esto podría deberse a la disminución del caudal en la mayoría de puntos en estiaje. El caudal es un factor natural que influye sobre la dinámica de los organismos acuáticos determinando su ocurrencia y distribución en los ambientes lóticos (Jacobsen y Encalada, 1998; Domínguez y Fernández, 2009). Además, se observó que para la temporada de avenida las especies más frecuentes fueron los dípteros *Paraheptagyia* sp., Empididae n.d.1 y Limoniinae n.d.1; mientras que, para la temporada de estiaje fueron el efemeróptero *Meridialaris* sp., los trichópteros Metrichia sp., Cailloma sp., y

¹⁵ Informe N.° 00271-2019-OEFA/DEAM-STEC.

¹⁶ Informe N.° 00271-2019-OEFA/DEAM-STEC.

^{13 «}Segunda Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado Categoría II del proyecto de exploración Haquira» aprobado mediante Resolución Directoral N.º 387-2014-MEM/DGAAM.

¹⁴ Informe N.° 00271-2019-OEFA/DEAM-STEC.

Sericostomatidae n.d., y los dípteros: *Alotanypus* sp., *Podonomopsis* sp., Tanypodinae n.d. y Muscidae n.d. y el ácaro Limnesiidae n.d.

Por otro lado, la riqueza de especies de microalgas del perifiton (Figura 9.3b), en general tuvo una tendencia a disminuir ligeramente en la temporada de estiaje, esto podría deberse a la disminución del caudal en la mayoría de los puntos en estiaje (Martínez, 2003). Además, se observó que para la temporada de avenida las especies más frecuentes fueron Actinotaenium globosum, Nitzschia gracilis, Fragilaria pararumpens, Gomphonema parvulum, Gomphonema sp. 1, Gomphonema subclavatum, Euastrum dubium, Microspora aff. membranacea, Fragilaria vaucheriae, Cosmarium regnellii, Nitzschia cf. fruticosa, Gomphonema gracile, Odontidium mesodon, Uronema sp., Comasiella arcuata, Cosmarium cf. formosulum; mientras que, para la temporada de estiaje fueron Tetradesmus obliquus, Encyonema minutiforme, Ankistrodesmus arcuatus, Zygnema sp. 3, Monoraphidium circinale, Leptolyngbya sp. 1, Ulnaria acus.

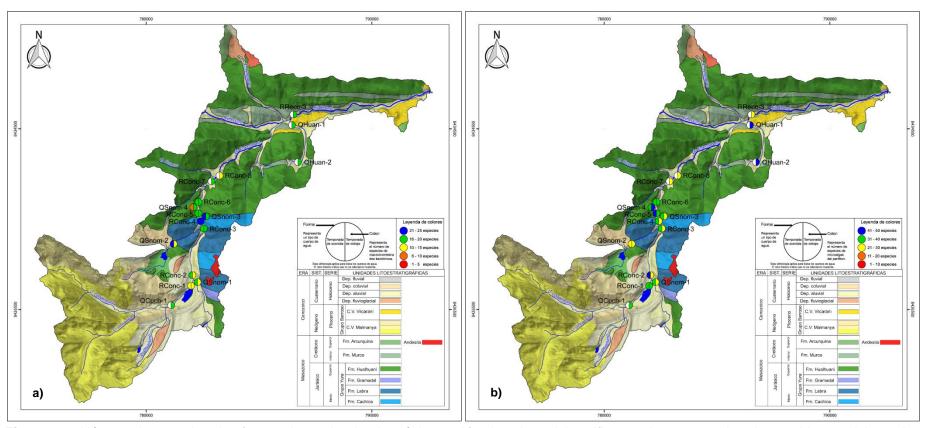


Figura 9.3. Número de especies de a) macroinvertebrados bentónicas y b) microalgas del perifiton en las temporadas de avenida y estiaje en la microcuenca Cconchaccota

Fuente: Modificado del cuadrángulo de Santo Tomas 29r (Ingemmet, 2001).

En la Figura 9.4, se describe el comportamiento de la calidad ecológica del agua en la microcuenca Cconchaccota, determinada referencialmente a partir del índice biótico andino (ABI). En general, la calidad ecológica fue similar, oscilando entre buena y muy buena, tanto en temporada de avenida como de estiaje, a pesar del cambio en la composición de especies.

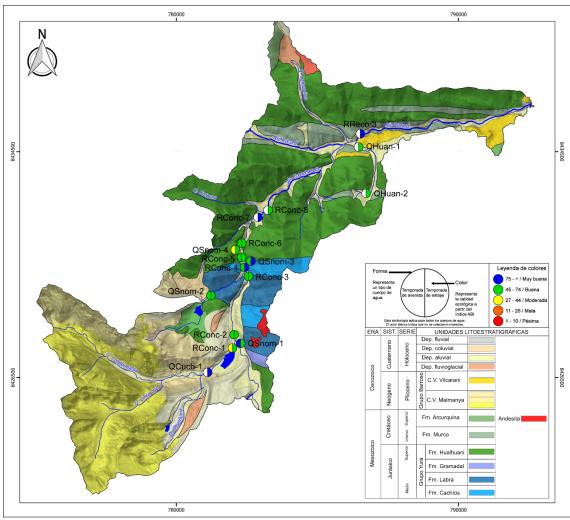


Figura 9.4. Calidad ecológica del agua a partir del índice ABI en las temporadas de avenida y estiaje en la microcuenca Cconchaccota

Fuente: Modificado del cuadrángulo de Santo Tomas 29r (Ingemmet, 2001)

Las aguas de la quebrada Huanacopampa (QHuan-1 y QHuan-2) tributan al río Record, cuya confluencia fue evaluada en el punto de muestreo RReco-3 registrando parámetros (metales totales, metales disueltos, acidez, cloruros, sulfatos, sulfuros, carbonatos, bicarbonatos, alcalinidad total) que cumplieron los ECA para Agua (2008 y 2017), a excepción del potencial de hidrógeno (8,65 unidades de pH) en agosto de 2019. Este resultado de pH alcalino se ha venido registrando por Minera Antares Perú SAC en sus informes semestrales presentados al OEFA ¹⁷.

¹⁷ Informes de Monitoreo de Calidad de Agua Superficial del Proyecto de Exploración Haquira 2016, 2017, 2018 y 2019.

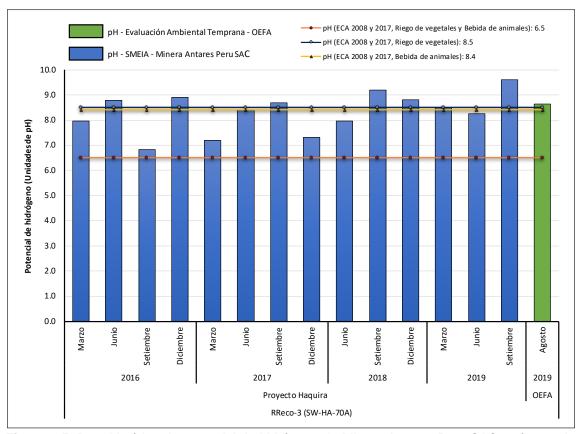


Figura 9.5. Data histórica de potencial de hidrógeno de Minera Antares Peru SAC, así como los de OEFA 2019 y su comparación con los ECA para Agua (2008 y 2017)

Fuente: Informes de Monitoreo de Calidad de Agua Superficial del Proyecto de Exploración Haquira 2016, 2017, 2018 y 2019

En la zona 1 no se observó evidencia de actividades mineras recientes de perforación por la empresa Minera Antares Perú SAC; sin embargo, se observó algunas labores mineras ajenas al proyecto, los cuales fueron reportados por Minera Antares Perú SAC en 2018 y 2019 al OEFA mediante el documento, en la que señalan la existencia de labores mineras; sin embargo, en la presente evaluación estas no influyeron en los resultados de agua superficial.

Es importante mencionar que, el anexo Ccarayhuacho perteneciente a la comunidad campesina Huanacopampa impidieron la evaluación ambiental temprana en su territorio, a pesar de que inicialmente brindaron su aprobación. Cabe mencionar que, en dicho anexo se ubica la quebrada Seccseca y otras sin nombre, las cuales fueron los más influenciados debido a las plataformas de exploración del proyecto Haquira.

En el estudio especializado de suelos ¹⁸ (Anexo 8) se determinó que los niveles de fondo y de referencia para arsénico y cobre en el área de nivel de fondo (en adelante ANF) Ccahuanhuire fueron superiores al ECA para Suelo de uso Agrícola y el valor de la Guía canadiense; respectivamente, mientras que, el nivel de referencia para plomo solo superó el ECA; esto fue corroborado con los resultados de las muestras de cuarcitas que presentaron concentraciones de arsénico y plomo que superaron el valor de la corteza continental (Anexo 8) ¹⁹; asimismo, las mayores concentraciones de molibdeno se registraron al oeste del proyecto superando el valor de la guía canadiense. Cabe señalar que, la presencia de cobre y molibdeno está

¹⁹ Informe N.° 00279-2019-OEFA-DEAM-STEC.

¹⁸ Informe N.° 00279-2019-OEFA-DEAM-STEC.

asociada a la cercanía del cuerpo mineralizado del proyecto de exploración Haquira, que corresponde a un depósito del tipo pórfido de cobre-molibdeno ²⁰.

En el ANF Huanacopampa el nivel de referencia para cobre superó el valor de la Guía canadiense; sin embargo, el nivel de fondo no superó dicho valor, la presencia de este elemento está asociado al cuerpo mineralizado del proyecto debido a que el yacimiento corresponde a un depósito del tipo pórfido de cobre-molibdeno²¹.

Zona 2: Microcuenca Pararani

En la microcuenca del río Pararani se evaluaron 5 puntos de muestreo en ríos y quebradas. Los puntos de muestreo QLahu-1, QLahu-2 (localizados en la quebrada Lahuani), RPara-1 y RPara-2A (localizados en el río Pararani) fueron evaluados en los meses de mayo y agosto de 2019; mientras que, el punto RPara-6 (río Pararani) fue evaluado solo en mayo de 2019. En la Figura 9.6, se presenta el esquema de los puntos de monitoreo de agua superficial de la zona 2.

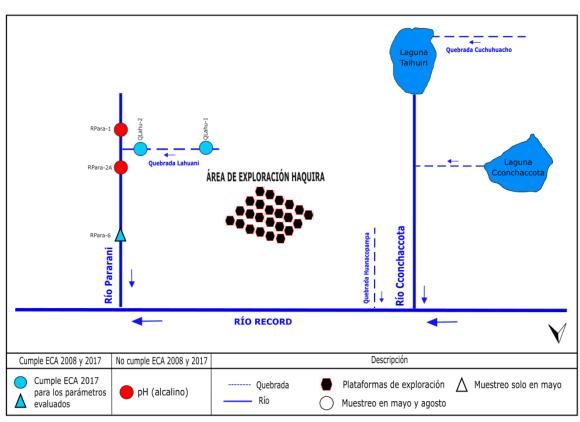


Figura 9.6. Distribución de puntos de monitoreo de agua superficial en el área de influencia del proyecto de exploración Haquira, y parámetros que excedieron los ECA para Agua (2008 y 2017) en la zona 2

Los puntos de muestreo ubicados en el río Pararani (RPara-1, RPara-2A y RPara-6) y la quebrada Lahuani (QLahu-1 y QLahu-2) hasta antes de su confluencia con el río Record, presentaron facies bicarbonatada cálcica con parámetros que no superaron los ECA para Agua (2008 y 2017), a excepción del potencial de hidrógeno en los puntos RPara-1 y RPara-2A, los cuales presentaron potencial de hidrógeno alcalino de 8,68 y 8,91 unidades de pH; respectivamente, en agosto de 2019 incumpliendo los ECA para Agua (2008 y 2017); mientras

²¹ Informe N.° 00279-2019-OEFA-DEAM-STEC

²⁰ Informe N.° 00279-2019-OEFA-DEAM-STEC

que, en mayo de 2019 no superó el estándar referido, por lo que el pH alcalino estaría relacionado a la estacionalidad.

El contexto geológico influye considerablemente sobre las características físicas y químicas del agua y el sedimento, y en conjunto estas variables determinan el contexto ambiental el cual influye sobre la dinámica de las comunidades hidrobiológicas; en general, se observó que la riqueza de especies de la comunidad de macroinvertebrados bentónicos se mantuvo similar en ambas temporadas (Figura 9.7); sin embargo, la composición de especies cambio en la temporada de estiaje (agosto 2019) en comparación con la temporada de avenida (mayo 2019); esto podría deberse a la disminución del caudal en la mayoría de puntos en estiaje. El caudal es un factor natural que influye sobre la dinámica de los organismos acuáticos determinando su ocurrencia y distribución en los ambientes lóticos (Jacobsen y Encalada, 1998; Domínguez y Fernández, 2009). Además, se observó que en mayo de 2019 las especies más frecuentes fueron los dípteros *Paraheptagyia* sp., Empididae n.d.1 y Limoniinae n.d.1; mientras que, en agosto de 2019 fueron el efemeróptero *Meridialaris* sp., los trichópteros Metrichia sp., Cailloma sp., y Sericostomatidae n.d., y los dípteros: *Alotanypus* sp., *Podonomopsis* sp., Tanypodinae n.d. y Muscidae n.d. y el ácaro Limnesiidae n.d.

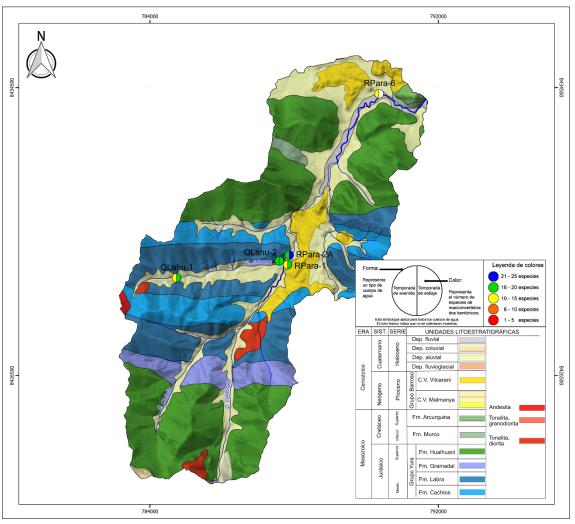


Figura 9.7. Número de especies de macroinvertebrados bentónicos en las temporadas de avenida y estiaje en la microcuenca Pararani

Fuente: Modificado del cuadrángulo de Santo Tomas 29r (Ingemmet, 2001).

Por otro lado, la riqueza de especies de microalgas del perifiton (Figura 9.8), en general tuvo una tendencia a disminuir ligeramente en la temporada de estiaje, esto podría deberse a la disminución del caudal en la mayoría de los puntos de muestreo en estiaje (Martínez, 2003). Además, se observó que para la temporada de avenida las especies más frecuentes fueron Actinotaenium globosum, Nitzschia gracilis, Fragilaria pararumpens, Gomphonema parvulum, Gomphonema sp. 1, Gomphonema subclavatum, Euastrum dubium, Microspora aff. membranacea, Fragilaria vaucheriae, Cosmarium regnellii, Nitzschia cf. fruticosa, Gomphonema gracile, Odontidium mesodon, Uronema sp., Comasiella arcuata, Cosmarium cf. formosulum; mientras que, para la temporada de estiaje fueron Tetradesmus obliquus, Encyonema minutiforme, Ankistrodesmus arcuatus, Zygnema sp. 3, Monoraphidium circinale, Leptolyngbya sp. 1, Ulnaria acus.

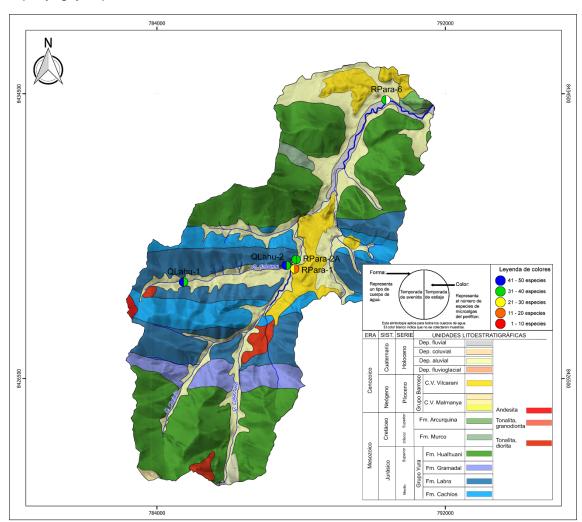


Figura 9.8. Número de especies de microalgas del perifiton en las temporadas de avenida (mayo 2019) y estiaje (agosto 2019) en la microcuenca Pararani **Fuente**: Modificado del cuadrángulo de Santo Tomas 29r (Ingemmet, 2001).

En la Figura 9.9, se describe el comportamiento de la calidad ecológica del agua en la microcuenca Pararani, determinada referencialmente a partir del índice biótico andino (ABI). En general, la calidad ecológica fue similar, oscilando entre buena y muy buena, tanto en temporada de avenida como de estiaje, a pesar del cambio en la composición de especies.

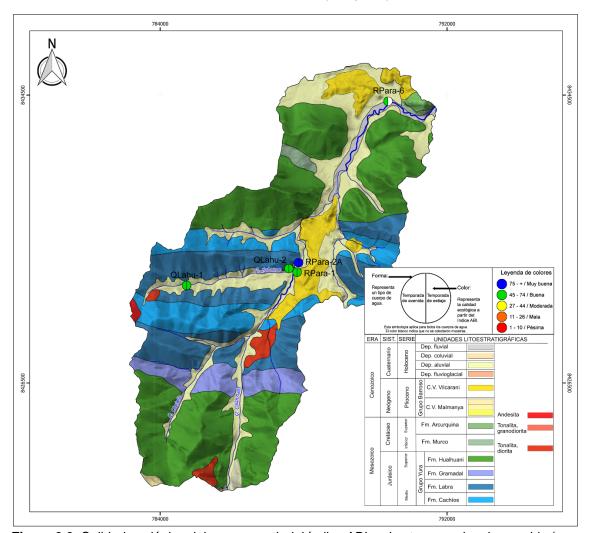


Figura 9.9. Calidad ecológica del agua a partir del índice ABI en las temporadas de avenida (mayo 2019) y estiaje (agosto 2019) en la microcuenca Pararani **Fuente:** Modificado del cuadrángulo de Santo Tomas 29r (Ingemmet, 2001).

Luego del análisis por microcuencas, se analizó el patrón general del comportamiento de la composición de las comunidades hidrobiológicas, la cual está determinada por diferentes factores entre locales y regionales (Cornell y Lawton, 1992); en ese sentido, el análisis de similitud (ANOSIM) es una herramienta estadística que permite determinar diferencias en la composición de especies en base a estos factores (Correa et al., 2010). Según el análisis de similitud la composición de las comunidades hidrobiológicas mostró diferencias significativas entre los puntos de muestreo de acuerdo con la temporalidad, tanto para los macroinvertebrados bentónicos (R = 0,48 y p= 0,1 %) como para las microalgas del perifiton (R= 0,42 y p= 0,1 %).

Según el análisis de similitud para las comunidades hidrobiológicas (Figura 9.10), los puntos de muestreo que conforman la temporada de avenida presentaron una composición de especies diferenciada de la temporada de estiaje, tanto de macroinvertebrados bentónicos como de microalgas del perifiton. Se observó que para la temporada de avenida (mayo 2019) las especies más frecuentes de macroinvertebrados bentónicos fueron los dípteros *Paraheptagyia* sp., Empididae n.d.1 y Limoniinae n.d.1; mientras que, para la temporada de estiaje (agosto 2019) fueron el efemeróptero *Meridialaris* sp., los trichópteros Metrichia sp., Cailloma sp., y Sericostomatidae n.d., y los dípteros: *Alotanypus* sp., *Podonomopsis* sp., Tanypodinae n.d. y Muscidae n.d. y el ácaro Limnesiidae n.d. Por otro lado, se observó que para la temporada de avenida (mayo 2019) las especies de microalgas del perifiton más

frecuentes fueron Actinotaenium globosum, Nitzschia gracilis, Fragilaria pararumpens, Gomphonema parvulum, Gomphonema sp. 1, Gomphonema subclavatum, Euastrum dubium, Microspora aff. membranacea, Fragilaria vaucheriae, Cosmarium regnellii, Nitzschia cf. fruticosa, Gomphonema gracile, Odontidium mesodon, Uronema sp., Comasiella arcuata, Cosmarium cf. formosulum; mientras que, para la temporada de estiaje fueron Tetradesmus obliquus, Encyonema minutiforme, Ankistrodesmus arcuatus, Zygnema sp. 3, Monoraphidium circinale, Leptolyngbya sp. 1, Ulnaria acus.

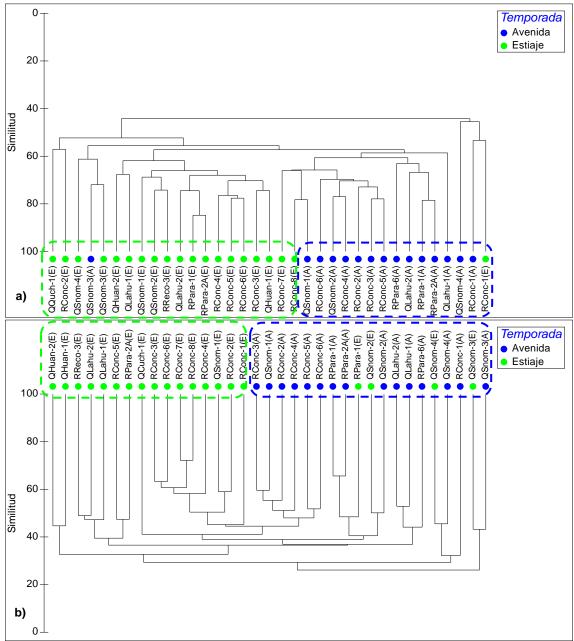


Figura 9.10. Agrupamiento de las comunidades hidrobiológicas: a) macroinvertebrados bentónicos y b) microalgas del perifiton

Nota: Símbolos en azul representan la temporada de avenida (mayo 2019) y en verde la temporada de estiaje (agosto 2019).

Respecto al ANF Tambulla-Lahuani el nivel de referencia para plomo y zinc superaron los ECA para Suelo de uso agrícola y el valor de la Guía canadiense, respectivamente; asimismo, las mayores concentraciones de cadmio se registraron al sur del proyecto de exploración Haquira en la comunidad campesina de Lahuani, superando el ECA para suelos, cuyos elementos están asociados a la litología por la presencia de areniscas con concentraciones de cadmio que superaron el valor de la corteza continental.

Calidad de aire

El área de estudio presenta condiciones climáticas típicas de las zonas altoandinas del sur del país; es decir, clima seco lluvioso, con presencia de precipitaciones principalmente en los meses de octubre a marzo. Las temperaturas máximas y mínimas tienen una amplia diferencia y las temperaturas promedio a lo largo del año no presentan mucha variabilidad, registrando los valores más bajos en los meses de junio y julio. La humedad relativa promedio anual es de 61,6%, y los valores más bajos se presentan en los meses de julio y agosto, tal como indica la SMEIAsd y que coincide con los resultados del presente estudio que registró precipitación nula (0,0 mm).

Asimismo, a partir de los registros meteorológicos se tiene que la dirección predominante de los vientos en los puntos de monitoreo CA-HU-01 y CA-CH-01 provinieron del noreste (NE) y este noreste (ENE) en periodo 8:00 h – 17:00 h, con velocidad y temperatura promedio de 2,9 m/s y 13,6°C, respectivamente. Mientras que, en el periodo comprendido entre las 17:00 h – 8:00 h predominaron los vientos de dirección oeste suroeste (WSW) y suroeste (SW), con velocidad y temperatura promedio de 1,9 m/s y 3,8°C; respectivamente, que coincide con lo registrado en el Informe de Monitoreo de Calidad de Aire y Ruido Ambiental – Primer Semestre 2017²², en el punto de monitoreo AQ-HA-01 (Campamento), en noviembre 2016.

En el punto de monitoreo CA-TA-01, los vientos en periodo de 8:00 h – 17:00 h provinieron principalmente de la dirección noreste (NE) y nornoreste (NNE), con velocidad y temperatura promedio de 2,1 m/s 13,1°C respectivamente; mientras que en el periodo comprendido entre las 17:00 h – 8:00 h predominaron los vientos de dirección sursuroeste (SSW) y sur (S), con velocidad y temperatura promedio de 0,6 m/s 2,9°C respectivamente, que coincide con lo registrado en el Informe de Monitoreo de Calidad de Aire y Ruido Ambiental – Primer Semestre 2017, en la estación AQ-HA-04 (Pararani), en el mes de noviembre 2016.

²² Informes de monitoreo ambiental del Proyecto de Exploración Minera «Haquira», presentado al OEFA mediante el registro 57327

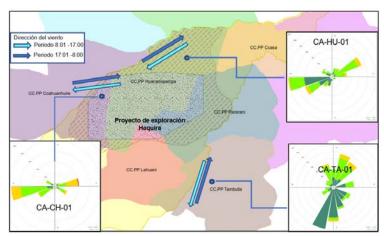


Figura 9.11. Dirección de vientos registrados en los puntos de monitoreo del 26 de julio al 2 de agosto de 2019

En la Figura 9.12 se muestra la comparación entre los resultados del punto de monitoreo CA-HU-01 con las estaciones AQ-HA-01 y AQ-HA-03 reportados del 2008 al 2011 (aproximadamente a 136 y 480 metros al sureste y este; respectivamente, del punto CA-HU-01). Las cuales indican que las concentraciones de PM_{10} y $PM_{2,5}$ se mantuvieron similares y menores a 47 μ g/m³ y 33 μ g/m³; respectivamente, a excepción del resultado de PM_{10} obtenido por el administrado en agosto de 2008 que presentó una concentración de 96 μ g/m³.

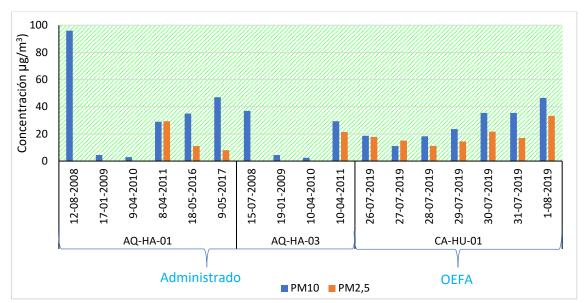


Figura 9.12.. Concentración de material particulado PM10 y PM2,5 obtenidos por el OEFA (CA-HU-01) y el administrado (AQ-HA-01 y AQ-HA-03)

Fuente: Datos del administrado extraída de Informe Técnico Sustentatorio de la Segunda Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado Categoría II del Proyecto de Exploración «Haquira» y el Informe de Monitoreo de Calidad de Aire y Ruido Ambiental – Primer Semestre 2017

En la Figura 9.13 se muestra la comparación entre los resultados del punto de monitoreo CA-CH-01 con la estación AQ-HA-02 reportados del 2008 al 2017²³ (aproximadamente a 990

3 .

²³ Informe Técnico Sustentatorio de la Segunda Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado Categoría II del Proyecto de Exploración «Haquira» aprobado mediante N.º 362-2016-MEM-DGAAM y el Informe de Monitoreo de Calidad de Aire y Ruido Ambiental – Primer Semestre 2017 con registro 57327.

metros al sureste del punto CA-CH-01). Las cuales indican que las concentraciones de PM₁₀ y PM_{2.5} se mantuvieron similares y menores a 43 μg/m³ y 18 μg/m³ respectivamente.

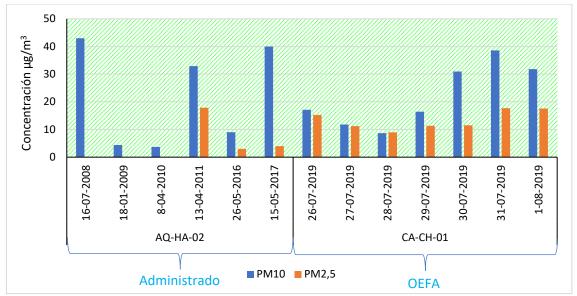


Figura 9.13. Concentración de material particulado PM10 y PM2,5 obtenidos por el OEFA (CA-CH-01) y el administrado (AQ-HA-02)

Fuente: Datos del administrado extraída de Informe Técnico Sustentatorio de la Segunda Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado Categoría II del Proyecto de Exploración «Haquira» y el Informe de Monitoreo de Calidad de Aire y Ruido Ambiental – Primer Semestre 2017.

Los valores registrados estarían afectados principalmente por el tránsito vehicular que circula por una vía afirmada que pasa por la comunidad campesina de Ccahuanhuire; ya que durante el periodo de evaluación no se identificó otra fuente antrópica primaria como fuente importante de material particulado.



Figura 9.14. Generación de material particulado por tránsito vehicular aledaño al punto de monitoreo CA-CH-01

En la Figura 9.15 se muestra la comparación entre los resultados del punto de monitoreo CA-TA-01 con la estación AQ-HA-04 reportados del 2008 al 2017 (aproximadamente a 2,6 kilómetros al noreste del punto CA-TA-01). Las cuales indican que las concentraciones $PM_{2,5}$ se mantuvieron similares y menores a 15 μ g/m³ y las concentraciones de PM_{10} registrados durante los 4 primeros días de monitoreo fueron similares a lo registrado; mientras que, los 3 últimos días (30 de julio a 1 de agosto de 2019) fueron ligeramente superiores a lo registrado en el Informe Técnico Sustentatorio de la Segunda Modificación del Estudio de Impacto

Ambiental Semidetallado Categoría II del Proyecto de Exploración «Haquira» y en el Informe de Monitoreo de Calidad de Aire y Ruido Ambiental – Primer Semestre 2017, alcanzando un valor máximo de 68,5 µg/m³.

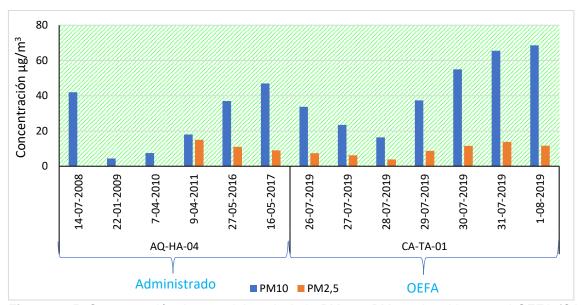


Figura 9.15. Concentración de material particulado PM10 y PM2,5 obtenidos por el OEFA (CA-TA-01) y el administrado (AQ-HA-04)

Fuente: Datos del administrado extraída de Informe Técnico Sustentatorio de la Segunda Modificación del Estudio de Impacto Ambiental Semidetallado Categoría II del Proyecto de Exploración Haquira y el Informe de Monitoreo de Calidad de Aire y Ruido Ambiental – Primer Semestre 2017.

Los valores registrados estarían afectados principalmente por el tránsito vehicular que circula por una vía afirmada que pasa por la comunidad campesina Tambulla; ya que durante el periodo de evaluación no se identificó otra fuente antrópica primaria como fuente importante de material particulado (Figura 9.16).



Figura 9.16. Generación de material particulado por tránsito vehicular aledaño al punto de monitoreo CA-TA-01

Respecto a la concentración de metales presentes en el material particulado PM₁₀ se tiene que los elementos (Ca, Si, Fe, Al, K, Mg, Na, P, Mn, B, Cu, Ti, Ba, Sr, Cr y Sn) representan el 11,4 % de toda la masa; cabe precisar que, no se consideró la masa de algunos elementos, debido a que estos fueron menores al límite de detección. En la Figura 9.17 se observa los elementos que se encontraron en mayor porcentaje en los puntos de muestreo CA-HU-01, CA-CH-01 y CA-TA-01 (Figura 9.17a) cuyos resultados fueron semejantes a los elementos predominantes de la corteza continental (Wedepohl, 1995).

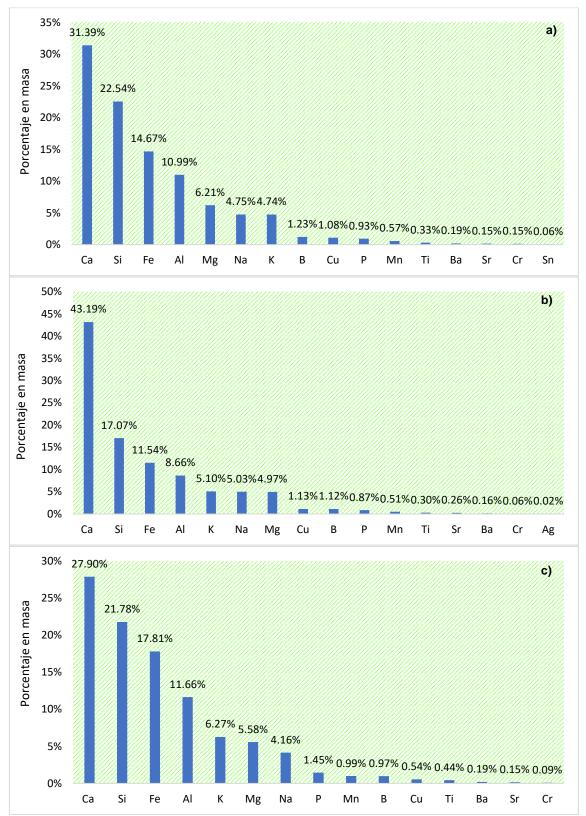


Figura 9.17. Porcentaje en masa de metales presentes en material particulado PM₁₀ a) CA-HU-01 (C.C. Huanacopampa), b) CA-CH-01 (C.C. Ccahuanhuire) y c) CA-TA-01 (C.C. Tambulla)

10 CONCLUSIONES

Zona 1: Microcuenca Cconchaccota

Los parámetros evaluados a lo largo del río Cconchaccota y sus principales tributarios, de facies bicarbonatada cálcica - sódica, cumplieron los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, categoría 3 (Decreto Supremo N.º 002-2008-MINAM y Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM), a excepción del pH en la quebrada Sin Nombre 2 (QSnom-2), la cual presentó características alcalinas y facies bicarbonatada cálcica. Las características físicas y químicas de esta microcuenca están asociados a las rocas sedimentarias del Jurásico de la Formación Labra constituida por secuencias de areniscas intercaladas con niveles delgados de lutitas carbonosas y estratos delgados de calizas. Asimismo, las aguas de esta zona fueron «casi neutras» y con «baja concentración de metales».

Estas características alcalinas no influyeron en el desarrollo de los macroinvertebrados bentónicos, debido a que la riqueza de especies se mantuvo similar en mayo y agosto de 2019; asimismo según el índice biótico andino (ABI), la calidad ecológica del agua en esta microcuenca fue similar, oscilando entre buena y muy buena, en ambos meses. Es importante precisar que, en la mayoría de los puntos evaluados se registró la presencia de especies consideradas sensibles como los ephemeropteros *Andesiops* sp. y *Meridialaris* sp. y los tricopteros *Cailloma* sp. y *Metrichia* sp. Por otro lado, la riqueza de las microalgas del perifiton tuvo una tendencia a disminuir debido a la estacionalidad (menor caudal en agosto 2019); y a su relación trófica con los macroinvertebrados bentónicos; es decir, son su fuente principal de alimento.

Zona 2: Microcuenca Pararani

Las aguas del río Pararani (RPara-1, RPara-2A y RPara-6) hasta antes de su confluencia con el río Record y su tributario la quebrada Lahuani (QLahu-1 y QLahu-2) presentaron facies bicarbonatada cálcica con parámetros que se encontraron por debajo de los Estándares de Calidad para Agua, categoría 3 (Decreto Supremo N.º 002-2008-MINAM y Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM), a excepción del pH en los puntos RPara-1 y RPara-2A, los cuales presentaron características alcalinas solo en agosto de 2019, lo cual está relacionado a la estacionalidad y a la presencia de rocas sedimentarias del Jurásico de la Formación Labra constituida por secuencias de areniscas y calizas.

Estas características alcalinas no influyeron en el desarrollo de los macroinvertebrados bentónicos, debido a que la riqueza de especies se mantuvo similar en mayo y agosto de 2019; asimismo según el índice biótico andino (ABI), la calidad ecológica del agua en esta microcuenca fue similar, oscilando entre buena y muy buena, en ambos meses. Es importante precisar que, en la mayoría de los puntos evaluados se registró la presencia de especies consideradas sensibles como los ephemeropteros *Andesiops* sp. y *Meridialaris* sp. y los tricopteros *Cailloma* sp. y *Metrichia* sp. Por otro lado, la riqueza de las microalgas del perifiton tuvo una tendencia a disminuir debido a la estacionalidad (menor caudal en agosto 2019); y a su relación trófica con los macroinvertebrados bentónicos; es decir, son su fuente principal de alimento.

Calidad de aire

El registro meteorológico del 26 julio al 2 agosto de 2019 en las comunidades campesinas Huanacopampa (CA-HU-01), Ccahuanhuire (CA-CH-01) y Tambulla (CA-TA-01) presentaron direcciones de viento diferenciadas en 2 periodos de tiempo: el primero se presenta entre

las 8:00 h -17:00 h, donde los vientos provinieron de dirección noreste (NE), estenoreste (ENE) y nornoreste (NNE) respectivamente; es decir en este periodo la calidad del aire de las comunidades campesinas Ccahuanhuire y Tambulla podrían ser influenciados por el proyecto de exploración Haquira. Mientras que entre las 17:00 h - 8:00 h (segundo periodo), la dirección del viento cambia en sentido contrario; es decir, en este periodo la calidad del aire de la comunidad campesina Huanacopampa podría ser influenciado por el proyecto mencionado.

A pesar de evidenciar material particulado en las comunidades Ccahuanhuire (CA-CH-01) y Tambulla (CA-TA-01), debido al tránsito vehicular que circula por la vías afirmadas, las concentraciones promedio de 24 horas de material particulado con diámetro menor o igual a 10 micras (PM₁₀) y menor o igual a 2,5 micras (PM_{2,5}) registrados en las comunidades campesinas Huanacopampa (CA-HU-01), Ccahuanhuire (CA-CH-01) y Tambulla (CA-TA-01) no superaron los valores del ECA para aire aprobado mediante Decreto Supremo N.º 003-2008-MINAM, Decreto Supremo N.º 074-2001-PCM, y referencialmente el Decreto Supremo N.º 003-2017-MINAM. Cabe indicar, que durante el periodo de evaluación no se identificó otra fuente antrópica primaria como fuente importante de material particulado.

Las concentraciones promedio de 24 horas para metales en PM₁₀ registrados en las comunidades campesinas Huanacopampa (CA-HU-01), Ccahuanhuire (CA-CH-01) y Tambulla (CA-TA-01) no superaron referencialmente la norma canadiense Ambient Air Quality Criteria Standards (2012); además, se identificó que los elementos (Ca, Si, Fe, Al, K, Mg, Na, P, Mn, B, Cu, Ti, Ba, Sr, Cr y Sn) representaron el 11,4 % de toda la masa de material particulado, siendo semejantes a los elementos predominantes de la corteza continental, lo que evidencia que son resuspendidos de la vía por el paso vehicular.

11 RECOMENDACIONES

nivel de fondo.

y fauna.

Se recomienda la derivación del presente informe a la Dirección de Supervisión Ambiental en Energía y Minas, Autoridad Nacional del Agua, Ministerio de Energía y Minas, Municipalidad distrital Chalhuahuacho, Municipalidad distrital Progreso, y a las comunidades campesinas de Huanacopampa, Ccahuanhuire, Lahuani, Tambulla, Ccasa, Cconchaccota y Cuchuhuacho.

12 ANEXOS

Anexo 9:

Anexo 1:	Mapas
Anexo 2:	Reporte de campo N.º 013-2019-STEC. Primera ejecución datos de agua, sedimentos y comunidades hidrobiológicas.
Anexo 3:	Reporte de campo N.º 041-2019-STEC. Segunda ejecución datos de agua, sedimentos, comunidades hidrobiológicas, aire, geología y suelos.
Anexo 4:	Reporte de resultados N.º 041-2019-STEC. Primera ejecución datos de agua, sedimentos y comunidades hidrobiológicas.
Anexo 5:	Reporte de resultados N.º 042-2019-STEC. Segunda ejecución datos de agua, sedimentos, comunidades hidrobiológicas, aire, geología y suelos.
Anexo 6:	Participación ciudadana
Anexo 7:	Informe N.° 00271-2019-OEFA/DEAM-STEC. Estudio especializado geología.
Anexo 8:	Informe N.° 00279-2019-OEFA/DEAM-STEC. Estudio especializado de

Informe N.° 00280-2019-OEFA/DEAM-STEC. Estudio especializado de flora

Anexo 10: Informe N.º 00294-2019-OEFA/DEAM-STEC. Estudio especializado de diagnóstico de comunidades campesinas en el ámbito del proyecto Haquira.

13 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta, R., Ríos, B., Rieradevall, M. & Prat, N. (2009). Propuesta de un Protocolo de Evaluación de la Calidad Ecológica de Ríos Andinos (C.E.R.A) y su Aplicación a dos Cuencas en Ecuador y Perú. *Limnetica*, *28*(1), 35-64.

Clark, I. (2015). Groundwater Geochemistry and Isotopes.

Cornell, H. V. and Lawton, J. H. 1992. Species interactions, local and regional processes, and limits to the richness of ecological communities: a theoretical perspective. – J. Anim. Ecol. 61: 1–12

Correa F, Rivera R, Urrutia J, De los Ríos P, Contreras A & Encina F. 2010. Efectos de una zona urbana sobre la comunidad de macroinvertebrados bentónicos de un ecosistema fluvial del sur de Chile. Limnetica 29(2): 183-194.

Custodio, E & Llamas, M. (1976). Hidrología Subterránea. Tomo I y II. Ed. Omega, Barcelona. España.

Domínguez, E. & Fernández, H. (2009). Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: Sistemática y biología. 1era edición. Tucumán, Argentina. Fundación Miguel Lillo.

Ficklin, W., Plumlee, G., Smith, K., & McHugh, J. (1992). Geochemical classification of mine drainages and natural drainages in mineralized areas. (Y. Kharaka, & A. Maes, Edits.) *Proceedings of water-rock interaction no 7, Vol I. Balkema, Rotterdam*, 381-394.

Halffter, G. & Moreno, C. (2005). Significado biológico de las diversidades alfa, beta y gamma. En Halffter, G., Soberón, J. Koleff, P., & Melic, A. (Eds.). Sobre el significado biológico de las diversidades alfa, beta y gamma (pp. 1-18). México, CONABIO.

Jacobsen D. & Encalada A. (1998). The macroinvertebrate fauna of Ecuadorian highland streams in the wet and dry season. Arch. Hydrobiol. 142 (1): 53-70.

Martínez, A., y Martínez, S. (2006). Fundamentos de hidrogeología.

Martínez, L. y J. Donato. 2003. Efectos del caudal sobre la colonización de algas en un río de alta montaña tropical (Boyacá, Colombia). Caldasia 25 (2): 337-354.

Moreno, C. E. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Zaragoza, España. 84 pp.

Peet, R.K. (1974). The measurement of species diversity. Ann. Rev. Ecol. Syst., 5, 285-307.

Pielou, E. C. (1975). Ecological diversity. New York: John Wiley & Sons.

Plumlee, G., Smith, K., Montour, M., Ficklin, W., & Mosier, E. (1999). Geologic Controls on the composition of natural waters and mine waters draining diverse mineral-deposit types. (L. Filipek, & G. Plumlee, Edits.) *The Environmental Geochemistry of Mineral Deposits. Part B:* case studies and research topics, vol 6B. Society of Economics Geologists, 373-432. Rozelle, J., & Lips, E. (2010). *Haguira Copper Project Apurimac, Peru* (Vol. 114–311003).

Wedepohl, K.H. (1984). The composition of the continental crust (abstract). *Mineral. Magazine*. 58, suppl. 959-960.