



PERÚ

Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

INFORME N° 063 -2017-OEFA/DE-SDCA-CMVA

A : FRANCISCO GARCIA ARAGON
Director de Evaluación

SONIA BEATRIZ ARANIBAR TAPIA
Subdirectora de Evaluación de la Calidad Ambiental

DE : PABEL DALMIRO DEL SOLAR PALOMINO
Coordinador de Monitoreo y Vigilancia Ambiental

DAN NELSON HERRERA AYOQUE
Especialista en Monitoreo y Vigilancia Ambiental

ASUNTO : Informe del monitoreo ambiental de calidad de agua, sedimento y aire, realizado del 12 al 19 de marzo de 2017, en la bahía de Sechura, provincia de Sechura, departamento de Piura

REFERENCIA: Planefa 2017

FECHA : Lima, 25 OCT. 2017



2017-201-34031

Tenemos el agrado de dirigirnos a usted con relación al asunto de la referencia, a fin de informar lo siguiente:

I. INFORMACIÓN GENERAL

1. Detalles del monitoreo ambiental:

a.	Ubicación general	Distrito y provincia de Sechura, departamento de Piura.	
b.	Ámbito de influencia	Bahía de Sechura	
c.	Problemática	Presunta afectación ambiental a la calidad de agua, sedimento y aire de la bahía Sechura, que estaría siendo ocasionada por actividades de minería no metálica, hidrocarburos, pesca industrial, pesca artesanal y maricultura	
d.	Motivo por el cual se realiza la actividad	Actividad de seguimiento y vigilancia ambiental	
e.	Tipo de Monitoreo Ambiental	Participativo	
		No Participativo	[X]
		Vigilancia Ambiental	
f.	Periodo de ejecución	Del 12 al 19 de marzo de 2017.	



2. Equipo profesional:

Tabla 1. Profesionales de la Dirección de Evaluación

Item	Evaluable	Profesión	Actividad	Periodo de realización
1	Carlos Gutierrez Rojas	Biólogo	1er Monitoreo (agua, sedimento y aire)	Del 12 al 19 de marzo
2	Noelia Arenazas Gonzales	Ingeniero ambiental		
3	Andres Brios Abanto	Ingeniero ambiental		

JL



PERÚ

Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

3. Resumen

Tabla 2. Componentes evaluados y los resultados obtenidos

Componentes evaluados	N° de puntos	¿Incumplió los ECA u otras normas de referencia?			¿Qué parámetros?	¿En qué puntos?	
		Sí	X	No			
Agua de mar	18	Sí	X	No	pH	PA1-S	
					Aceites y grasas	TA1-S, SP01-S, DMAT01-S	
					Sólidos totales suspendidos	EPA1-S	
					DQO	TA1-S/F, SP01-S/F	
					Aluminio total	TA1-S	
					Boro	B3-S/F, B1-S/F, TA1-S/F, SP01-S/F, BC-S/F, CO1-S/F, CO3-S/F, CO4-S/F, T3-05-S/F, T4-04-S/F, T4-05-S/F	
					Cobre	CO1-S/F, CO3-S/F, CO4-S,	
					Hierro	SP01-F,	
Sedimento de mar	18	Sí	X	No	Fosforo	BC-F, CO1-F, CO4-S/F, PA1-S, JP01-F, DMAT01-F, T4-04-F, EPA-S	
					Arsénico	SED-TA1, SED-SP01, SED-CO1, SED-CO3, SED-CO4, SED-JP1, SED-DMAT01, SED-T3-05, SED-T4-05, SED-T4-04, SED-BA, SED-BB (ISQG)	
					Cadmio	SED-B3, SED-B1, SED-SP01, SED-BC, SED-PA1, SED-JP1, SED-DMAT01 (ISQG), SED-CO1, SED-CO3, SED-CO4, SED-T3-05, SED-T4-04, SED-T4-05, SED-BA, SED-BB (PEL)	
Aire	2	Sí		No	X	—	---

Nota: Para el componente agua de mar: S= Nivel superficial, F= Nivel de fondo.

II. OBJETIVO

4. Realizar el monitoreo ambiental en la bahía de Sechura, con énfasis en el área de influencia de las actividades industriales (pesquería, minería, hidrocarburos entre otros), abarcando el departamento de Piura, el cual se encuentra desarrollado en el Anexo N° 1, que se adjunta y forma parte del presente informe.

III. ANTECEDENTES

5. El presente informe se realiza dando cumplimiento a la función del OEFA establecida en la Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental (en adelante, SINEFA), cuyo ejercicio permite establecer el diagnóstico de la calidad ambiental en forma puntual, con énfasis en aquellas actividades fiscalizables por el OEFA, comprendiendo acciones de vigilancia, monitoreo y otras similares según sus competencias, para asegurar el cumplimiento de las





PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

normas ambientales. Asimismo, obedece a lo establecido en el Plan Anual de Evaluación y Fiscalización Ambiental 2017 (en adelante, Planefa 2017) aprobado mediante Resolución de Consejo Directivo N°004-2017-OEFA/CD, publicada el 01 de febrero de 2017 en el diario oficial El Peruano.

IV. ANALISIS DE LA INFORMACIÓN

6. El análisis se encuentra desarrollado en el Anexo N° 1, denominado "Informe de monitoreo ambiental de calidad de agua, sedimento y aire en la bahía de Sechura en el año 2017" que se adjunta y forma parte del presente informe.

V. CONCLUSIÓN

7. En vista que el informe de monitoreo ambiental en la bahía de Sechura cuenta con el sustento técnico requerido, el equipo profesional que elaboró el informe se sirve elevar dicho documento a la Subdirección de Evaluación de la Calidad ambiental a efectos que se proponga su aprobación ante la Dirección de Evaluación.

Atentamente,



PABEL DALMIRO DEL SOLAR PALOMINO
Coordinador de Monitoreo y Vigilancia Ambiental
Dirección de Evaluación
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
- OEFA

DAN NELSON HERRERA AYOQUE
Especialista en Monitoreo y Vigilancia Ambiental
Dirección de Evaluación
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
- OEFA



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Lima, 25 OCT. 2017

Visto el Informe N° 063 -2017-OEFA/DE-SDCA-CMVA y habiéndose verificado que su contenido se encuentra enmarcado en el ejercicio de la función evaluadora, así como su coherencia normativa; la Subdirectora de Evaluación de la Calidad Ambiental recomienda su APROBACIÓN a la Dirección de Evaluación, razón por la cual se TRASLADA el presente Informe.

Atentamente,

SONIA BEATRIZ ARANIBAR TAPIA

Subdirectora de Evaluación de la Calidad Ambiental
Dirección de Evaluación
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

25 OCT. 2017

Visto el Informe N° 063 -2017-OEFA/DE-SDCA-CMVA y en atención a la recomendación de la Coordinación de Monitoreo y Vigilancia Ambiental, así como de la Subdirección de Evaluación de la Calidad Ambiental, la Dirección de Evaluación ha dispuesto aprobar el presente Informe.

Atentamente,

FRANCISCO GARCÍA ARAGÓN

Dirección de Evaluación
Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental -
OEFA



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

ANEXO N° 1





PERÚ

Ministerio
del Ambiente



Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

MONITOREO AMBIENTAL DE CALIDAD DE AGUA, SEDIMENTO Y AIRE EN LA BAHIA DE SECHURA EN EL AÑO 2017

COORDINACIÓN DE MONITOREO Y
VIGILANCIA AMBIENTAL

DIRECCIÓN DE EVALUACIÓN



Octubre de 2017

Z



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

INDICE

I.	ANTECEDENTES.....	1
II.	OBJETIVOS	2
III.	CONTEXTO.....	2
IV.	COMPONENTES EVALUADOS	5
4.1	Calidad de agua	5
4.1.1	Metodología.....	5
➤	Ubicación de los puntos de monitoreo	5
➤	Equipos y técnicas de evaluación	6
➤	Estándares de comparación	7
4.1.2	Análisis de resultados.....	8
4.2	Calidad de sedimentos	16
4.2.1	Metodología.....	16
➤	Ubicación de puntos de monitoreo.....	16
➤	Equipos y técnicas de evaluación	17
➤	Estándares de comparación	18
4.2.2	Análisis de resultados.....	18
4.3	Calidad de aire	21
4.3.1	Metodología.....	21
➤	Ubicación de los puntos de monitoreo	22
➤	Equipos y técnicas de evaluación	22
➤	Estándares de comparación	23
4.3.2	Análisis de resultados.....	24
V.	CONCLUSIONES.....	28
VI.	RECOMENDACIONES.....	29
VII.	ANEXOS	29
Anexo A	: Reporte de campo	29
Anexo B	: Reporte de Laboratorio.....	29
Anexo C	: Hoja de cálculo para estimar las concentraciones de particulado.	29



[Handwritten signature]



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Organismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Administrados fiscalizables por el OEFA - bahía de Sechura	2
Tabla 2. Ubicación de los puntos de monitoreo para calidad de agua	5
Tabla 3. Equipos utilizados para el monitoreo de calidad de agua.....	6
Tabla 4. Parámetros y métodos de referencia del laboratorio usados en el análisis de muestras de agua superficial	7
Tabla 5. Categorías y subcategorías de la bahía de Sechura.....	8
Tabla 6. Resultados de medición de parámetros de campo de calidad de agua de mar en la bahía de Sechura.....	8
Tabla 7. Resultados de laboratorio de la calidad de agua de los parámetros orgánicos, fisicoquímicos, microbiológicos e inorgánicos (nivel superficial)	11
Tabla 8. Resultados de laboratorio de calidad de agua de los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos e inorgánicos (nivel de fondo).....	12
Tabla 9. Ubicación de los puntos de monitoreo de sedimentos	16
Tabla 10. Equipos utilizados para el monitoreo de sedimentos	17
Tabla 11. Métodos de referencia empleados por los laboratorios para sedimentos....	17
Tabla 12. Resultados de laboratorio para sedimento: parámetros orgánicos, fisicoquímicos e inorgánicos	19
Tabla 13. Ubicación de los puntos de monitoreo para la calidad del aire.....	22
Tabla 14. Equipos utilizados para el monitoreo de la calidad del aire	22
Tabla 15. ECA para aire, normativa nacional	23
Tabla 16. ECA para aire, normativa internacional.....	23
Tabla 17. Datos de campo de la estación meteorológica.....	24
Tabla 18. Resultados de laboratorio de la calidad del aire.....	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de puntos de monitoreo de la bahía de Sechura	4
Figura 2. Concentraciones de parámetros que superaron el ECA para agua.....	13
Figura 3. Concentraciones de metales que superaron la Norma Candiense	20
Figura 4. Rosa de viento de la estación meteorológica	25



Handwritten signature



PERÚ

Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

I. ANTECEDENTES

1. Mediante Resolución Suprema N° 288-2014-PCM del 14 de agosto de 2014, se creó la Comisión Multisectorial de carácter temporal, encargada de elaborar y proponer el Plan de Prevención y Mejoramiento de la Calidad Ambiental de la Bahía de Sechura (en adelante, la CMBS), la cual se encuentra conformada por diversas instituciones públicas¹ y representantes de entidades privadas localizadas en la bahía de Sechura.
2. El 28 de enero de 2015, se llevó a cabo la segunda reunión técnica del subgrupo de trabajo 2 de la CMBS, encargado de la vigilancia de la calidad ambiental, donde se planteó realizar una reunión previa de planificación del protocolo de participación entre sus integrantes el día 13 de marzo de 2015, en Sechura, con la finalidad de perfilar el programa final de monitoreo que se realizaría del 23 al 25 de marzo de 2015.
3. El 17 de marzo de 2015, en la ciudad de Sechura, se llevó a cabo la reunión del subgrupo de trabajo 2, donde cada entidad del estado participante, como la Autoridad Nacional del Agua (en adelante ANA), el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (en adelante OEFA), el Instituto del Mar del Perú (en adelante Imarpe) y la Dirección Regional de Salud Ambiental (en adelante Diresa), expusieron su plan de monitoreo en la bahía de Sechura. En dicha reunión el OEFA presentó la ubicación de los puntos de monitoreo para calidad de agua de mar (a nivel de superficie y fondo marino) y sedimento marino, así como los parámetros a ser monitoreados.
4. A fin de plasmar el compromiso asumido en el marco del CMBS, el OEFA incorporó la realización de dos (2) monitoreos participativos en la bahía de Sechura a ser ejecutados en marzo y en noviembre del 2015, tal como se contempla en la modificación del Plan Operativo Institucional - POI 2015².
5. El primer monitoreo participativo en la bahía de Sechura se efectuó del 23 al 27 de marzo de 2015, con dieciséis (16) puntos de monitoreo para agua de mar y doce (12) puntos de monitoreo para sedimento marino. Los resultados del primer monitoreo se encuentran contemplados en los Informes N° 032-2015-OEFA/DE-SDCA y N° 114-2015-OEFA/DE-SDCA que fueron presentados y socializados en la ciudad de Sechura en diciembre de 2015.
6. El 26 de noviembre de 2015, se llevó a cabo la reunión del subgrupo de trabajo 2, en la que cada entidad del estado participante (ANA, OEFA e Imarpe) indicaron los avances en las tareas asignadas en el marco de la CMBS. Sobre el particular, el OEFA presentó la propuesta del plan de monitoreo que realizaría a fines de noviembre de ese mismo año, incrementándose así el número de puntos de



¹ Presidencia del Consejo de Ministros (2014). Resolución Suprema N° 288-2014-PCM.

"Artículo 3°.- Conformación:

La Comisión Multisectorial estará conformada por un representante titular y alterno de: el Ministerio del Ambiente (Minam), quién la presidirá; la Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente del Gobierno Regional de Piura (GRP), quién ejercerá la copresidencia; los Viceministerios de MYPE, Industria y de Pesquería del Ministerio de la Producción (Produce); los Viceministerios de Minas y Energía del Ministerio de Energía y Minas (Minem); la Dirección General de Capitanías y Guardacostas del Perú de la Marina de Guerra del Perú (Dicapi); el Organismo Nacional de Sanidad Pesquera (Sanipes); el Instituto del Mar del Perú (Imarpe); el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA); la Autoridad Nacional del Agua (ANA); la Municipalidad Provincial de Sechura y la Municipalidad Delegada del Centro Poblado Menor de Parachique."

² La modificación del Plan Operativo Institucional - POI 2015 del OEFA fue aprobada el 20 de agosto de 2015.



monitoreo: dieciocho (18) para agua de mar y veintidós (22) para sedimento marino. Por lo tanto, el segundo monitoreo participativo del año 2015 en la bahía de Sechura, fue realizado del 30 de noviembre al 4 de diciembre de 2015, cuyos resultados fueron presentados en el Informe N° 023-2016-OEFA/DE-SDCA.

7. Como parte de las actividades de ejecución del Plan Anual de Evaluación y Fiscalización Ambiental 2016 (Planefa 2016)³ del OEFA, se realizó un monitoreo ambiental de calidad de agua, sedimento y aire en 22 puntos de monitoreo, las actividades de campo se desarrollaron del 1 al 8 de mayo de 2016 y los resultados fueron presentados en el Informe N° 282-2016-OEFA/DE-SDCA. También, se realizó una evaluación ambiental en el año 2015, cuyos resultados fueron plasmados en el Informe N° 029-2015-OEFA/DE-SDCA-CEAI.
8. Del mismo modo, continuando con las actividades de ejecución del Planefa 2017⁴, se realizó el monitoreo ambiental de calidad de agua, sedimento y aire en dieciocho (18) puntos de monitoreo, donde las actividades de campo se ejecutaron del 12 al 19 de marzo de 2017, cuyos resultados son materia de análisis del presente informe.

II. OBJETIVOS

9. Evaluar la calidad de agua, sedimento y aire, sobre la base del monitoreo realizado del 12 al 19 de marzo de 2017, en la bahía de Sechura, distrito y provincia de Sechura, departamento de Piura.

III. CONTEXTO

Zona de monitoreo

10. La bahía de Sechura está ubicada en las provincias de Sechura y Paita, departamento de Piura, la cual tiene una extensión aproximada de 89 km, donde su borde costero se caracteriza por la presencia de humedales⁵. El presente monitoreo se llevó a cabo en el sector ubicado entre Punta Aguja (por el sur) y la playa Constante (por el norte), considerando que en esta zona de la bahía se ubica la mayor cantidad de derechos acuícolas y de establecimientos industriales pesqueros (ver Tabla 1) cuya fiscalización directa es de competencia del OEFA.

Tabla 1. Administrados fiscalizables por el OEFA - bahía de Sechura

Empresas	Sector	Actividad
Cía. Minera Miski Mayo S.A.C.	Minería	Explotación de fosfatos
Petroperú – Terminal Bayóvar.	Hidrocarburo	Recepción de petróleo
Tecnológica de Alimentos S.A	Pesquería	Harina de pescado
Pesquera Diamante S.A.	Pesquería	Harina de pescado
Pesquera Hayduk S.A.	Pesquería	Harina de pescado



³ Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (2015). Resolución de Consejo Directivo N° 050-2015-OEFA/CD.

⁴ Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (2017). Resolución de Consejo Directivo N° 004-2017-OEFA/CD.

⁵ Imarpe (2007). Estudio de Línea Base del Ámbito Marino de la Bahía de Sechura. Recuperado de: <http://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/3/jer/ACUISUBMENU4/lbase-sechura.pdf>



PERÚ

Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Empresas	Sector	Actividad
Corporación Pesquera Inca S.A.C	Pesquería	Harina de pescado
Maricultura de Norte S.A.C.	Pesquería	Maricultura
Seacorp Perú S.A.C	Pesquería	Maricultura
Universidad Alas Peruanas S.A	Pesquería	Maricultura
Excer Isaac Atoche Chávez	Pesquería	Maricultura
Corporación Refrigerados INY S.A	Pesquería	Maricultura

Fuente: Informe N° 1281-2014-OEFA/DE-SDCA.

11. Esta bahía está conformada principalmente por Aguas Costeras Frías (ACF) procedentes de la zona sur; sin embargo, en el verano por la proyección de las Aguas Ecuatoriales Superficiales (AES) que usualmente se ubican al norte, pueden registrarse mezclas por la convergencia de ambas masas de agua, registrándose en superficie las concentraciones más bajas de salinidad. A estas mezclas se les conoce como Aguas Tropicales Superficiales (ATS), las cuales se caracterizan por temperaturas mayores y salinidades menores, y suelen presentarse en la bahía durante el desarrollo de un evento tipo El Niño o una fuerte proyección del Frente Ecuatorial⁶.
12. Las ACF se caracterizan por su elevada concentración de nutrientes que al entrar en la zona eufótica dan lugar a un rápido crecimiento del fitoplancton. Es posible que la proyección de las AES originen un ambiente propicio para el hábitat de peces y organismos de fondo como la concha de abanico, recurso apreciado por ser cultivado y extraído la mayor parte del año obteniendo un alto costo de venta; sin embargo, su desarrollo puede verse perjudicado ante la presencia de eventos como el fenómeno El Niño o la fuerte descarga de los ríos, los cuales originan grandes cambios en el ambiente.
13. El litoral del área de evaluación está ocupado por asentamientos humanos (AA.HH) en los sectores de Parachique, Puerto Rico, Ciudad del Pescador (Nuevo Parachique), Constante y zonas cercanas al terminal Bayóvar. Además, se localizan las caletas⁷ Puerto Rico, Las Delicias, y Constante; terminales de embarque marítimo de grandes dimensiones como Petroperú, Miski Mayo y los desembarcaderos de moluscos y bivalvos vivos Parachique y Juan Pablo⁸.
14. Entre las principales actividades socioeconómicas que convergen en la referida bahía figuran la acuicultura (cultivo de concha de abanico desarrollado en fondo marino), la pesca artesanal, el embarque de material fosfatado, el procesamiento industrial de harina y aceite de pescado, el embarque de yeso y el embarque de combustible.
15. Asimismo, en el borde costero de la bahía de Sechura existen humedales conformados por el estuario de Virrilá, los manglares de San Pedro y Palo Parado,

⁶ Morón, N., Velazco, F& Beltrán, L. (2013). Características hidrográficas y sedimentológicas de la bahía de Sechura. Informe del Instituto del Mar del Perú. 40(3-4):150-159.

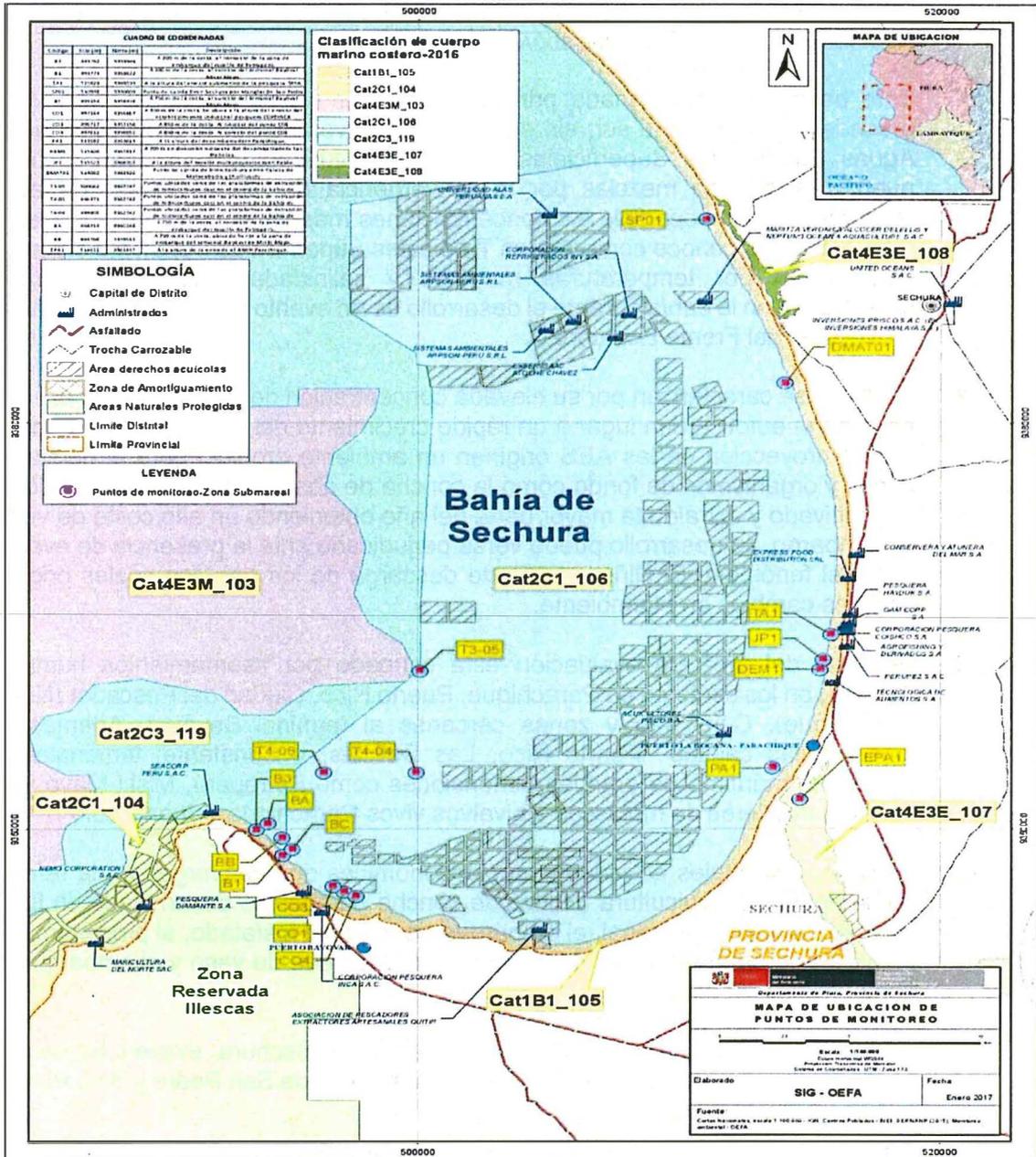
⁷ Caleta es un pequeño puerto de donde generalmente parten embarcaciones artesanales.

⁸ Ministerio del Ambiente. Instituto del Mar Peruano y Marina de Guerra del Perú (2014). Caso piloto del Perú: Bahía de Sechura. Revisado el 8 de febrero de 2016. Disponible en: <http://cpps.dyndns.info/cpps-docs-web/planación/docs2014/DOCUMENTOS%20SPINCAM/ Presentaciones/Primer%20dia/5.%20PLANES%20PILOTOS/5.5.Plan%20piloto%20Bahia%20de%20Sechura%20PERU.pdf>.



los cuales presentan una gran influencia en el ecosistema de la bahía, en especial durante eventos como el fenómeno El Niño. El río Piura es un aporte de la bahía de Sechura, cuya desembocadura está ubicada al norte del área de monitoreo, este río en su recorrido recoge los vertimientos de aguas residuales y de labores mineras⁹. En la Figura 1 se muestra los puntos de monitoreo de la bahía de Sechura.

Figura 1. Puntos de monitoreo de la bahía de Sechura



⁹ Autoridad Nacional del Agua. Proyecto de modernización de la gestión de los recursos hídricos. Diagnóstico de la Gestión de los Recursos Hídricos de la cuenca Chira-Piura. Revisado el 5 de febrero de 2016. Disponible en: <http://www.ana.gov.pe:8088/media/23138/06%20a%20caracterizaci%C3%B3n%20calidad%20de%20aguas%20chpv07.pdf>



IV. COMPONENTES EVALUADOS

16. En el presente monitoreo ambiental se evaluaron los componentes de agua (nivel superficial y fondo en los puntos que aplique), sedimento y aire. A continuación se describe la metodología empleada y el análisis de resultados obtenidos para cada componente evaluado.

4.1 Calidad de agua

17. En esta sección se proporciona la información concerniente a la metodología utilizada para la determinación de la ubicación de los puntos de monitoreo de agua y se realiza el análisis de los resultados obtenidos para los parámetros evaluados en este componente.

4.1.1 Metodología

18. En primer lugar, se precisa la ubicación de los puntos de monitoreo; luego, se indican los equipos y técnicas de evaluación utilizados; finalmente, se mencionan los estándares empleados para la comparación de los resultados obtenidos.

➤ Ubicación de los puntos de monitoreo

19. El monitoreo ambiental de calidad de agua se realizó en dieciocho (18) puntos, de los cuales cuatro (4) tienen asignados la categoría 1-B1, once (11) tienen asignados la categoría 2-C1, dos (2) tienen asignados la categoría 2-C3 y uno (1) tiene asignado la categoría 4-E3E.
20. En la Tabla 2 se indican las zonas de la clasificación de la ANA a los cuerpos de agua marino-costero, los códigos, la ubicación geográfica en coordenadas UTM WGS-84 y la referencia de ubicación de los dieciocho (18) puntos de monitoreo de agua evaluados. Los puntos de monitoreo se distribuyen dentro de los límites de la bahía de Sechura (ver Anexo A: Reporte de campo de calidad de agua - Mapa de ubicación).

Tabla 2. Ubicación de los puntos de monitoreo para calidad de agua

ZONA (*)	CÓDIGO	COORDENADAS UTM - WGS 84 ZONA 17M		REFERENCIA
		ESTE (m)	NORTE (m)	
Categoría 1 - B1	B3	493 762	9 359 944	A 200 m de la costa, al noroeste de la zona de embarque del muelle de Petroperú.
	B1	494 774	9 358 672	A 200 m de la costa, al sureste del terminal Bayóvar Miski Mayo.
	TA1	515 829	9 369 539	A la altura del emisor submarino de la pesquera TASA.
	SPO1	510 998	9 390 009	A la salida Dren Sechura por Manglar de San Pedro.
Categoría 2 - C1	BC	495 154	9 358 978	A 750 m de la costa, al sureste del terminal Bayóvar Miski Mayo.
	CO1	497164	9 356 867	A 850 m de la costa, se ubica a la altura del emisor del establecimiento industrial pesquero Copeinca.



ZONA (*)	CÓDIGO	COORDENADAS UTM - WGS 84 ZONA 17M		REFERENCIA
		ESTE (m)	NORTE (m)	
	CO3	496 717	9 357 156	A 850 m de la costa, al noreste del punto de monitoreo CO1.
	CO4	497 612	9 356 652	A 850 m de la costa, al sureste del punto de monitoreo CO1.
	PA1	513 582	9 363 013	A la altura del desembarcadero Parachique.
	DEM1	515 406	9 367 817	A 700 m en dirección noroeste del desembarcadero Las Delicias.
	JP1	515 523	9 368 303	A la altura del muelle multipropósito Juan Pablo.
	DMAT01	514 062	9 381 926	A la salida de Dren Sechura entre caleta de Mataballo y Chulliyachi
	T3-05	500 062	9 367 747	Ubicados cerca de las plataformas de extracción de hidrocarburos, casi en el centro de la bahía de Sechura
	T4-05	496 371	9 362 742	
	T4-04	499 908	9362742	
Categoría 2 - C3	BA	494 214	9 360 244	A 750 m de la costa, al noroeste de la zona de embarque del muelle de Petroperú.
	BB	494 760	9 359 543	A 750 m de la costa, ubicado frente a la zona de embarque del terminal Bayóvar de Miski Mayo.
Categoría 4 - E3E	EPA1	514 631	9 361 447	A la altura de la entrada del A.H. Parachique.

(*) En la Tabla 5, se mencionan los nombres de las categorías asignadas por el protocolo de la ANA
Fuente: Elaboración propia a partir de reporte de campo y clasificación de cuerpos marinos – costeros

➤ Equipos y técnicas de evaluación

21. Los equipos utilizados para el registro de ubicación de puntos de monitoreo, toma de muestras, medición de parámetros *in situ* en los cuerpos de agua evaluados, así como para el registro fotográfico, se presentan en la Tabla 3. Asimismo, los detalles de la calibración (en los equipos que corresponda), se muestran en los certificados de equipos (ver Anexo A: Reporte de campo de calidad de agua - Certificados de calibración de equipos).

Tabla 3. Equipos utilizados para el monitoreo de calidad de agua

EQUIPO	MARCA	MODELO	NÚMERO DE SERIE
Multiparámetro	Hach Co.	HQ40d	150500000790
Sonda de potencial de hidrógeno (pH)	Hach Co.	PHC20103	162572618037
Sonda de conductividad eléctrica (CE)	Hach Co.	CDC401	151262587015
Sonda de oxígeno disuelto (OD)	Hach Co.	LDO10103	151272597009
GPS	Garmin	Montana 680	952231860266 / 952231860267
Cámara fotográfica	Canon	D30	74220897-0170 / 74220897-0171
Botella Niskin	Spenafish	-	-

(-): No aplica.





22. El análisis de las muestras fue realizado por laboratorios con métodos de análisis acreditados por el Instituto Nacional de Calidad (Inacal), cuyas normas o métodos de referencia fueron utilizados por cada parámetro a determinar. Ver Tabla 4.

Tabla 4. Parámetros y métodos de referencia del laboratorio usados en el análisis de muestras de agua superficial

PARÁMETRO	NORMA DE REFERENCIA	TÉCNICA EMPLEADA	LABORATORIO
Aceites y grasas (MEH)	EPA 1664 Rev B, Febrero. 2010.	Gravimetría y extracción de materiales por n-hexano tratado con sílica gel	Inspectorate Services Perú S.A.C.
Demanda bioquímica de oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B. 22ND Edition 2012.	Método Acreditado desarrollado por Laboratorio Subcontratado, Biochemical Oxygen Demand (BOD) 5-Day BOD Test.	
Demanda química de oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 C.2012.	Método titrimétrico, reflujo cerrado	
Sólidos totales suspendidos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed	Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105 °C.	
Coliformes fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E. 22nd Ed. 2012.	Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. 1. Termotolerant Coliform Test (EC Medium)	
Coliformes totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B. 22nd Ed. 2012.	Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique (Except. Item 1.Samples)	
N-Nitrato	EPA Method 352.1, Revised March 1983	Colorimetric brucine	NSF Envirolab S.A.C.
N-Nitrito	EPA Method 354.1, Revised March 1983	Espectrofotométrica	
P-Fosfato	EPA Method 365.3 Revised March 1983	Método espectrofotométrico – IQ1676	
Metales totales	EPA Method 200.7, Revised 4.4 May 1994	Espectrometría de emisión atómica con plasma acoplado inductivamente	
Mercurio total	EPA Method 245.7 (Val), Febrero 2005	Espectrometría de fluorescencia atómica por vapor frío	

Estándares de comparación

23. La metodología aplicada para la realización del monitoreo de agua superficial se enmarcó en los procedimientos establecidos en el "Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales"¹⁰.
24. Los resultados del registro de parámetros de campo y análisis de laboratorio fueron comparados con los valores de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua (ECA para agua)¹¹, en concordancia con la Clasificación de Cuerpos Marinos – Costeros de la ANA, la cual le otorga a la bahía de Sechura, tres categorías y cuatro subcategorías, las cuales se detallan en la Tabla 5.

¹⁰ Autoridad Nacional del Agua (2016). Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA. Esta resolución fue tomado de referencia en su Capítulo 5: Monitoreo de la Calidad del cuerpo Marino Receptor de vertimientos autorizados y Capítulo 6: Monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales.

¹¹ Ministerio del Ambiente (2017). Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Aprueban los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y establecen disposiciones complementarias.



Tabla 5. Categorías y subcategorías de la bahía de Sechura

CATEGORIA *		SUB-CATEGORIA	
1	Poblacional y Recreacional	B1	Aguas superficiales destinadas para recreación – Contacto primario
2	Actividades de Extracción y Cultivo Marino - Costeras y Continentales	C1	Extracción de cultivos de molusco bivalvos
		C3	Otras especies
4	Conservación del Ambiente Acuático	E3E	Ecosistemas costeros y marinos / Estuarios

* En adelante se denominarán: Categoría 1 – B1, Categoría 2 – C1, Categoría 2 – C3 y Categoría 4 - E3E.
Fuente: ANA, 2016.

25. Estos instrumentos estandarizan los criterios y procedimientos técnicos para evaluar la calidad de los recursos hídricos (continentales y marino-costeros), considerando diferentes aspectos como el diseño y ubicación de los puntos de monitoreo, la medición de parámetros de campo, la recolección, preservación, almacenamiento y transporte de muestras de agua, el aseguramiento de la calidad y la seguridad del personal durante el desarrollo del monitoreo, entre otros.
26. Las muestras de agua de mar se tomaron en dos profundidades: en la superficie y a un metro del fondo¹⁰.

4.1.2 Análisis de resultados

27. En esta sección se presentan los resultados de los parámetros de campo (ver Anexo A: Reporte de campo de calidad de agua - Hoja de registro de datos), así también, se presentan los resultados de los análisis de los laboratorios (ver Anexo B: Reporte de laboratorio - Matriz de datos del componente agua).

➤ Parámetros de campo

28. A continuación, en la Tabla 6 se presentan los resultados obtenidos de las mediciones de parámetros de campo en los puntos de monitoreo de agua (nivel superficial "S" y fondo "F" en donde corresponda).

Tabla 6. Resultados de medición de parámetros de campo de calidad de agua de mar en la bahía de Sechura

CÓDIGO	FECHA	HORA	PARÁMETROS DE CAMPO			
			pH (Unid. de pH)	CONDUCTIVIDAD (mS/cm)	OXÍGENO DISUELTOS (mg/L)	TEMPERATURA (°C)
B3-S	16/03/17	09:30	8,04	55,8	5,74	29,3
B3-F	16/03/17	09:20	8,00	58,8	7,01	28,8
B1-S	16/03/17	13:20	8,13	57,7	7,30	30,6
B1-F	16/03/17	13:09	8,01	60,2	6,35	30,1
TA1-S	13/03/17	14:01	8,26	55,9	9,08	32,3
TA1-F	13/03/17	14:10	8,08	58,6	7,45	31,8
SP01-S	13/03/17	10:17	8,11	57,2	7,93	28,6
SP01-F	13/03/17	10:12	7,94	59,4	5,16	28,2
ECA - Agua Categoría 1 - B1			6,0 - 9,0	---	≥ 5	---





PERÚ

Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

CÓDIGO	FECHA	HORA	PARÁMETROS DE CAMPO			
			pH (Unid. de pH)	CONDUCTIVIDAD (mS/cm)	OXÍGENO DISUELTO (mg/L)	TEMPERATUR A (°C)
BC-S	16/03/17	12:20	8,16	57,1	7,52	29,8
BC-F	16/03/17	12:10	8,05	60,1	7,24	29,5
CO1-S	17/03/17	09:35	7,97	58,2	5,00	29,2
CO1-F	17/03/17	09:25	7,93	59,1	5,10	31,1
CO3-S	17/03/17	10:30	7,98	58,8	5,04	29,6
CO3-F	17/03/17	10:20	7,90	59,2	5,21	31,3
CO4-S	17/03/17	08:40	7,88	58,0	4,24	28,7
CO4-F	17/03/17	08:30	7,89	58,8	5,02	29,1
PA1-S	14/03/17	11:00	8,51	8,33	7,82	30,5
DEM1-S	14/03/17	10:00	8,12	52,1	8,18	29,6
DEM1-F	14/03/17	09:49	8,12	55,8	8,24	28,7
JP1-S	14/03/17	08:55	8,20	49,5	7,94	29,0
JP1-F	14/03/17	08:50	8,04	56,5	6,93	28,7
DMAT01-S	13/03/17	12:20	8,00	50,7	7,56	31,5
DMAT01-F	13/03/17	12:06	8,05	59,0	5,80	31,1
T3-05-S	15/03/17	09:30	8,18	57,4	8,40	27,9
T3-05-F	15/03/17	09:20	7,92	54,5	5,25	23,2
T4-04-S	15/03/17	10:40	8,26	55,6	8,22	28,1
T4-04-F	15/03/17	10:50	7,93	56,9	4,56	26,0
T4-05-S	15/03/17	12:10	8,24	56,2	8,48	27,9
T4-05-F	15/03/17	12:00	7,87	52,6	4,26	22,2
ECA - Agua Categoría 2 - C1			7 - 8,5	---	≥ 4	Δ 3
BA-S	16/03/17	10:30	8,17	55,6	7,37	29,0
BA-F	16/03/17	10:20	7,86	57,4	4,64	28,6
BB-S	16/03/17	11:30	8,12	56,4	7,57	29,4
BB-F	16/03/17	11:14	7,95	58,3	5,66	27,8
ECA - Agua Categoría 2 - C3			6,8 - 8,5	---	≥ 2,5	Δ 3
EPA1-S	14/03/17	12:56	8,28	7,67	7,37	34,2
ECA - Agua Categoría 4 - E3E			6,8 - 8,5	---	≥ 4	Δ 2

Excede el ECA para agua.

ECA: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.

(—) Sin valor de comparación

(*) Los ECA contemplan: Δ2 y Δ3, que debe interpretarse como una variación de como máximo de 2 o 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada, por tratarse muestras puntuales esta variación de temperatura no será considerada.

29. Según lo indicado en las categorías 1-B1, 2-C1, 2-C3 y 4-E3E de los ECA para agua de la Tabla 5, para evaluar los resultados obtenidos, con el parámetro temperatura establecido en las categorías mencionadas es necesario contar con resultados de temperatura históricos en los diversos puntos de monitoreo; siendo que para este caso por tratarse de una evaluación puntual no se ha realizado el análisis de dicho parámetro de campo.



Z



30. De acuerdo con los resultados presentados en la Tabla 6, los valores de pH en todos los puntos evaluados se registraron en el rango básico. El menor y mayor valor de pH fue de 7,86 y 8,51 unidades de pH respectivamente. Por otro lado, la mayoría de los puntos evaluados registraron valores de pH que cumplieron el valor establecido en los ECA para agua categorías 1-B1, 2-C3 y 4-E3E. A excepción del punto de monitoreo PA1-S, el cual superó ligeramente el valor del ECA en la categoría 2-C1.
31. Asimismo, se observa que las concentraciones de oxígeno disuelto en todos los puntos de monitoreo cumplieron con los valores establecidos en los ECA para agua categorías 1-B1, 2-C1, 2-C3 y 4-E3E.
32. Cabe resaltar que los valores de conductividad eléctrica en los puntos de monitoreo PA1-S y EPA1-S (ambos en el nivel superficial), a pesar de no tener valor de comparación en ninguna de sus categorías, evidenciaron resultados muy por debajo del resto, esto debido al exceso de agua dulce (intensas lluvias) proveniente del estuario de Virrilá hacia la zona costera del A.H. Parachique. Cabe resaltar que el monitoreo se realizó cuando el departamento de Piura se encontraba declarado en estado de emergencia por las intensas lluvias¹².
- **Resultado de análisis de laboratorio**
33. Los resultados de agua en la bahía de Sechura a nivel superficial se presentan en la Tabla 7, donde los parámetros de aceites y grasas (A y G), sólidos totales suspendidos (STS), demanda química de oxígeno (DQO), aluminio total, boro total, cobre total y fósforo total, incumplieron los valores establecidos en los ECA para agua en sus diferentes categorías.
34. De igual manera en la Tabla 8, se presentan los resultados de agua a nivel de fondo, donde los parámetros demanda química de oxígeno (DQO), boro total, cobre total, hierro total y fósforo total, incumplieron los valores establecidos en los ECA para agua en sus diferentes categorías.



12

Presidencia del Consejo de Ministros (2017). Decreto Supremo N° 035-2017-PCM. Declaran Estado de Emergencia Nacional en el departamento de Piura, por desastre de gran magnitud, a consecuencia de intensas lluvias y se dictan otras medidas.



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Tabla 7. Resultados de laboratorio de la calidad de agua de los parámetros orgánicos, fisicoquímicos, microbiológicos e inorgánicos (nivel superficial)

Table with columns for parameters (PARÁMETRO), units (Unidad), and monitoring points (PUNTOS DE MONITOREO) categorized into CATEGORIA 1 - B1, CATEGORIA 2 - C1, CATEGORIA 2 - C3, and CATEGORIA 4 - E3E. Rows include organic and physicochemical parameters (e.g., HTP, Aceites y grasas), microbiological parameters (e.g., Coliformes totales), and inorganic parameters (e.g., Aluminio total, Antimonio total).

ncumple los ECA para Agua (Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM)

- No presenta valor de comparación en ese parámetro para las diferentes sub categorías.

<Valor>: significa que los resultados se encuentran por debajo del límite de cuantificación, el cual es "Valor"

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por Inacal.

(**) Se realizó la conversión de las concentraciones de N-Nitrosos a Nitrosos y de N-Nitrosos a Nitritos respectivamente¹³.

N.E.: No ensayado.

(1) ECA Categoría 1 - B1, (2) ECA Categoría 2 - C1 y Categoría 3 - C3, (3) ECA Categoría 4 - E3E

(d) Área aprobada: Áreas de donde se extraen o cultivan moluscos bivalvos seguros para el comercio directo y consumo, libres de contaminación fecal humana o animal, de organismos patógenos o cualquier sustancia deletérea o venenosa y potencialmente peligrosa.

(d) Área restringida: Áreas acuáticas impactadas por un grado de contaminación donde se extraen moluscos bivalvos seguros para consumo humano, luego de ser depurados.

¹³ Trujillo, F. (2004). Se realizó la conversión de las concentraciones de N-Nitrosos a Nitrosos y de N-Nitrosos a Nitritos, se observa que por cada mol de cada una de estas especies químicas hay presente un mol de nitrógeno N; es decir, que los factores molares de conversión para estas especies son de 1 a 1, para lo cual se tiene lo siguiente:

- Masa molecular (MM) del Ion nitrato (NO3-) = 62 y la masa atómica (MA) del Nitrógeno: 14; obteniendo el factor de conversión de: 4,428 (MM NO3-/MA N).
- Masa molecular (MM) del Ion nitrito (NO2-) = 46 y el masa atómica (MA) del Nitrógeno: 14; obteniendo la relación: 46/14 = 3,285 (MM NO2-/MA N).



Handwritten signature



Tabla 8. Resultados de laboratorio de calidad de agua de los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos e inorgánicos (nivel de fondo)

Table with 20 columns: PAÑMET O, Unidad, CATEGORIA IA 1 - B1 (B3-F, B1-F, TA1-F, SP01-F, ECA (1)), PUNTOS DE MONITOE (BC-F, CO1-F, CO3-F, CO4-F, DEM1, JP1-F, DMAT01-F, T3-05-F, T4-04-F, T4-05-F, ECA(2)), CATEGORIA IA 2 - C3 (BA-F, BB-F, ECA (2)). Rows include Fisicoquímicos (Solidos totales, Demanda Química, etc.), Microbiológicos (Coliformes), and Inorgánicos (Aluminio, Arsénico, Boro, etc.).

Exceden los ECA para agua (Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM)

- significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.

<"Valor": significa que los resultados se encuentran por debajo del límite de cuantificación, el cual es "Valor"

(**): Se realizó la conversión de las concentraciones de N-Nitratos a Nitratos y de N-Nitritos a Nitritos respectivamente¹⁴.

N.E.: No ensayado.

(1) ECA Categoría 1 – B1, (2) ECA Categoría 2 – C1 y categoría 2 – C3, (3) ECA Categoría 4 – E3E.

(d) Área aprobada: Áreas de donde se extraen o cultivan moluscos bivalvos seguros para el comercio directo y consumo, libres de contaminación fecal humana o animal, de organismos patógenos o cualquier sustancia deletérea o venenosa y potencialmente peligrosa.

(d) Área restringida: Áreas acuáticas impactadas por un grado de contaminación donde se extraen moluscos bivalvos seguros para consumo humano, luego de ser depurados.

¹⁴ Trujillo, F (2004). Concentración de un constituyente mayor. Soluciones Acuosas: Teoría y aplicaciones (pp. 104 y 105). Editorial Universidad de Medellín.

Recuperado de: <https://books.google.com.pe/books?id=FkH2LJIHaoc&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>.

Se realizó la conversión de las concentraciones de N-Nitratos a Nitratos y de N-Nitritos a Nitritos, se observa que por cada mol de cada una de estas especies químicas, hay presente un mol de nitrógeno N; es decir, que los factores molares de conversión para estas especies son de 1 a 1, para lo cual se tiene lo siguiente:

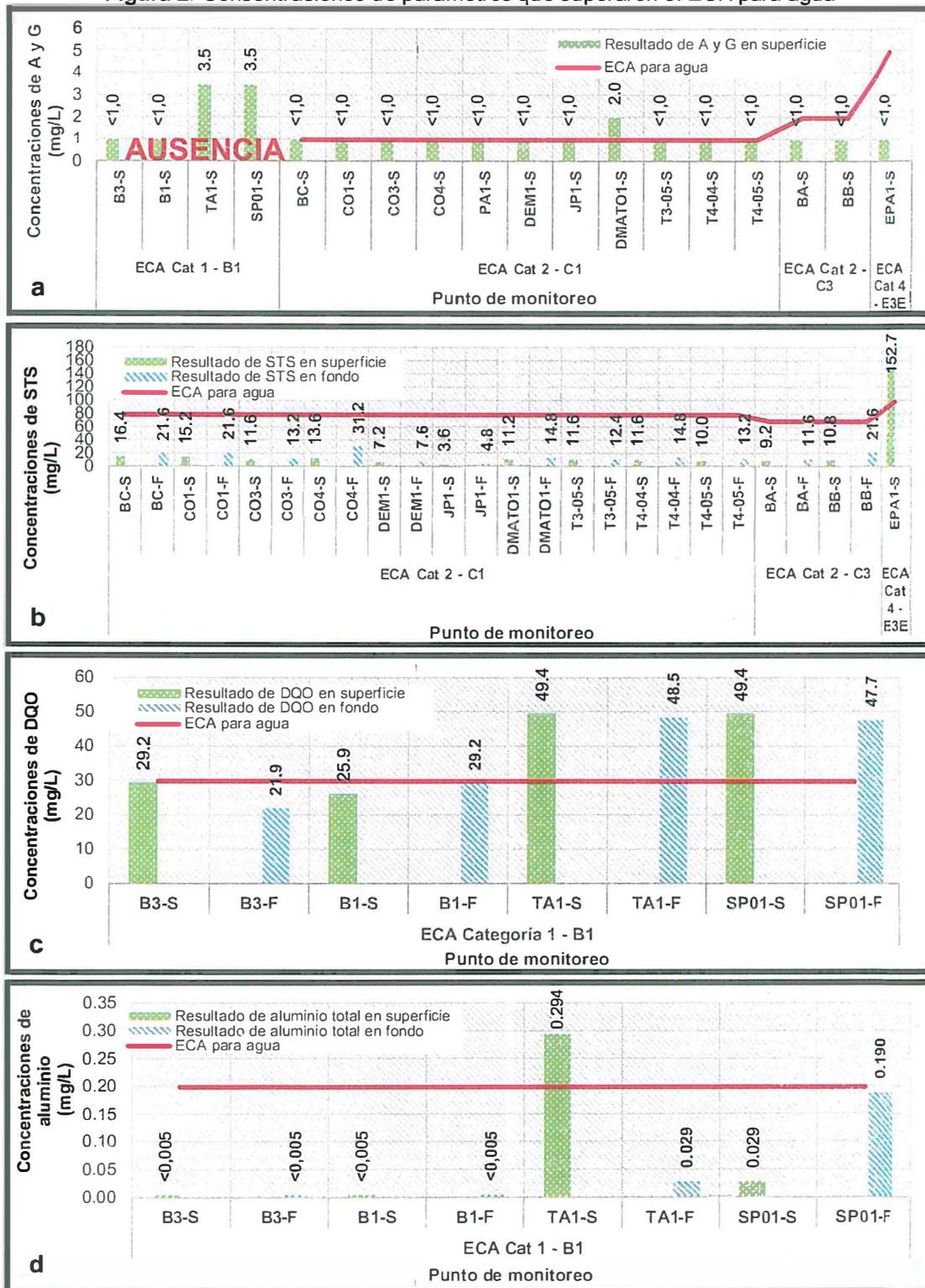
- Masa molecular (MM) del Ion nitrato (NO3-) = 62 y la masa atómica (MA) del Nitrógeno: 14; obteniendo el factor de conversión de: 4,428 (MM NO3-/MA N).
- Masa molecular (MM) del Ion nitrito (NO2-) = 46 y el masa atómica (MA) del Nitrógeno: 14; obteniendo la relación: 46/14 = 3,285 (MM NO2-/MA N).



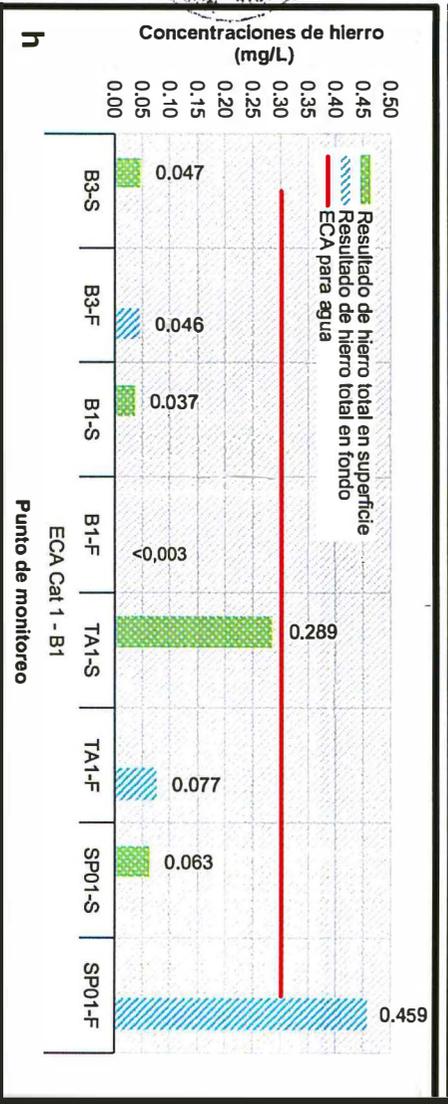
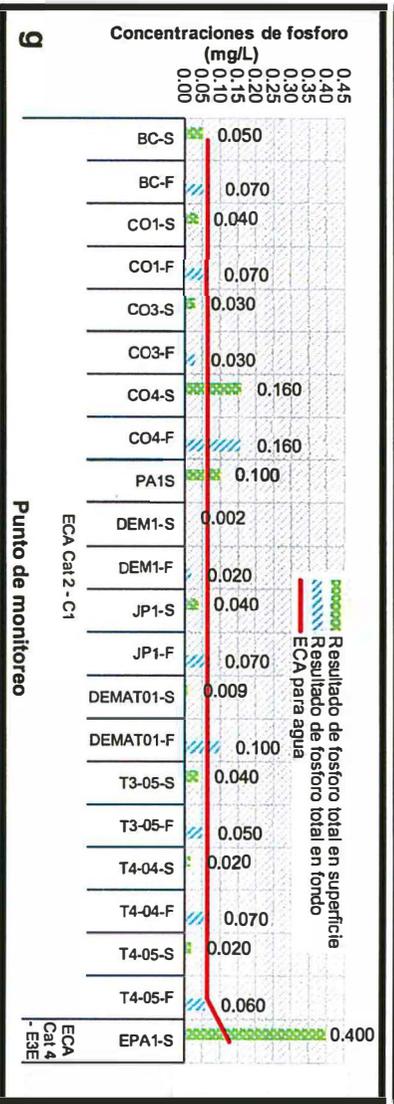
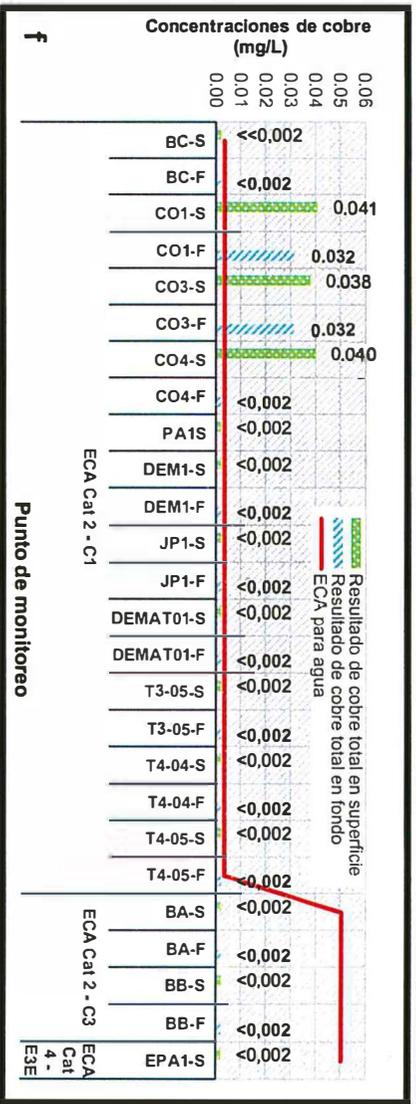
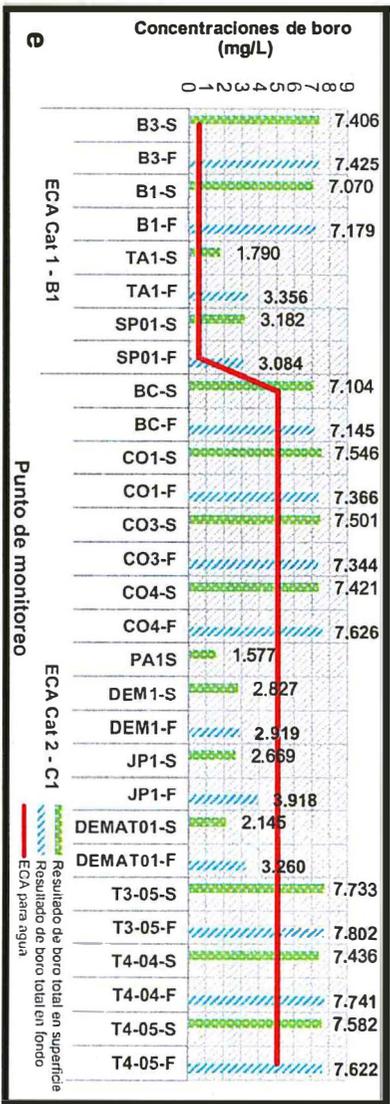
Handwritten signature

35. En la Figura 2, se presentan gráficamente los parámetros en cuyos puntos de monitoreo las concentraciones de estudio incumplieron los ECA para agua.

Figura 2. Concentraciones de parámetros que superaron el ECA para agua



[Handwritten signature]



Handwritten signature



36. En la Figura 2.a, se observa que la concentración de aceites y grasas (A y G) en los puntos de monitoreo TA1-S y SP01-S, excedieron el valor establecido en los ECA para agua categoría 1-B1; además, el punto DMAT01-S excedió el valor establecido en el ECA para agua categoría 2-C1. Por otro lado, los puntos ubicados en las categorías 2-C3 y 4-E3E cumplieron los ECA para agua (nivel superficial). Cabe resaltar que hay valores que se encontraron por debajo del límite de cuantificación del método de análisis ($<1,0$ mg/L); no pudiéndose precisar una adecuada comparación con los valores de los ECA para agua en la categoría 1-B1 (ausencia).
37. Se aprecia que en la Figura 2.b, la concentración de sólidos totales suspendidos en el punto EPA1-S a nivel superficial superaron el ECA para agua en la categoría 4-E3E. Los puntos de monitoreo ubicados en las categorías 2-C1 y 2-C3 se encontraron cumpliendo los valores del estándar de calidad. La categoría 1-B1 no cuenta con valor de comparación.
38. En la Figura 2.c, la concentración de la demanda química de oxígeno en los puntos de monitoreo TA1-S, SP01-S, TA1-F y SP01-F (nivel superficial y fondo) fueron los únicos que superaron los valores establecidos en los ECA para agua en la categoría 1-B1. Las categorías 2-C1, 2-C3 y 4-E3E no cuentan con valor de comparación.
39. La concentración de aluminio total en la Figura 2.d, se observa que el punto de monitoreo TA1-S superó el ECA para agua en la categoría 1-B1. Las categorías 2-C1, 2-C3 y 4-E3E no cuentan con valor de comparación para este metal. En la Figura 2.e, la concentración de boro total en los puntos B3-S, B1-S, TA1-S, SP01-S, B3-F, B1-F, TA1-F y SP01-F (nivel superficial y fondo) superaron los valores establecidos en los ECA para agua en la categoría 1-B1. Asimismo, los resultados de los puntos BC-S, CO1-S, CO3-S, CO4-S, T3-05-S, T4-04-S, T4-05-S, BC-F, CO1-F, CO3-F, CO4-F, T3-05-F, T4-04-F y T4-05-F (nivel superficial y fondo) superaron los valores establecidos en los ECA para agua en la categoría 2-C1¹⁵.
40. En la Figura 2.f, se aprecia que la concentración de cobre total en los puntos evaluados no excedieron el valor establecido en el ECA para agua en las categorías 2-C3 y 4-E3E; sin embargo para la categoría 2-C1 en los puntos de monitoreo CO1-S, CO3-S, CO4-S, CO1-F y CO3-F se excedió el valor del ECA. Cabe resaltar que la categoría 1-B1 no cuenta con valor de comparación.
41. Se observa que en la Figura 2.g, la concentración de fósforo total en los puntos CO4-S y PA1-S a nivel superficial y en los puntos BC-F, CO1-F, CO4-F, JP1-F, DMAT01-F y T4-04-F a nivel de fondo, excedieron los valores del ECA para agua en la categoría 2-C1. También, el punto de monitoreo EPA1-S superó el valor de los ECA para agua en la categoría 4-E3E (nivel superficial). Se precisa que este parámetro no aplica para las categorías 1-B1 y 2-C3.
42. En la Figura 2.h, la concentración de hierro total solo en el punto SP01-F (nivel de fondo) excedió el valor del ECA agua en la categoría 1-B1. Cabe resaltar que este parámetro no aplica para las categorías 2-C1, 2-C3 y 4-E3E.



¹⁵ Al respecto, se ha establecido que la concentración de boro promedio en el mar es de 4,5 mg/L (Lehr & Keely, 2005), alcanzando incluso valores de 5 a 6 mg/L que son considerados normales en el entorno marino (Kabay, Güler, & Bryjak, 2010).

4.2 Calidad de sedimentos

43. En esta sección se proporciona información concerniente de la metodología empleada para realizar el monitoreo de la calidad de sedimento y del análisis de resultados obtenidos de los parámetros evaluados en el componente ambiental.

4.2.1 Metodología

44. La metodología de monitoreo de la calidad de sedimentos comprende la ubicación de los puntos de monitoreo, la selección de equipos y las técnicas de evaluación. Es importante mencionar que actualmente el Perú no cuenta con un protocolo nacional aprobado para la toma de muestras de sedimento, ni con normativa o estándares de calidad para evaluar dicho componente; por lo que se ha utilizado de forma referencial el "Manual técnico métodos para colección, almacenamiento y manipulación de sedimentos para análisis químicos y toxicológicos" de la Agencia para la Protección Ambiental de los Estados Unidos y los "Estándares de la Norma Canadiense" para la comparación de los resultados obtenidos, respectivamente.

➤ Ubicación de puntos de monitoreo

45. Para la ubicación de los puntos de monitoreo de sedimentos se siguió criterios semejantes a los empleados en la evaluación de la calidad de agua superficial, es decir, se ubicaron en los mismos lugares donde se tomaron las muestras de agua. En la Tabla 9, se indican los códigos, la ubicación geográfica en coordenadas UTM WGS-84 y las referencias respectivas por cada punto de monitoreo (Anexo A: Reporte de campo de sedimento – Hoja de registro de datos).

Tabla 9. Ubicación de los puntos de monitoreo de sedimentos

CÓDIGO	COORDENADAS UTM (WGS 84) ZONA 17M		REFERENCIA
	ESTE (m)	NORTE (m)	
SED-B3	493 762	9 359 944	A 200 m de la costa, al noroeste de la zona de embarque del muelle de Petroperú.
SED-B1	494 774	9 358 672	A 200 m de la costa, al sureste del terminal Bayóvar Miski Mayo.
SED-TA1	515 829	9 369 539	A la altura del emisor submarino de la pesquera TASA.
SED-SP01	510 998	9 390 009	Punto de salida Dren Sechura por Manglar de San Pedro
SED-BC	495 154	9 358 978	A 750 m de la costa, al sureste del terminal Bayóvar Miski Mayo.
SED-CO1	497 164	9 356 867	A 850 m de la costa, se ubica a la altura del emisor del establecimiento industrial pesquero Copeinca.
SED-CO3	496 717	9 357 156	A 850 m de la costa, al noreste del punto de monitoreo SED-CO1
SED-CO4	497 612	9 356 652	A 850 m de la costa, al sureste del punto de monitoreo SED-CO1
SED-PA1	513 582	9 363 013	A la altura del desembarcadero Parachique.
SED-DEM1	515 406	9 367 817	A 700 m en dirección noroeste del desembarcadero Las Delicias.
SED-JP1	515 523	9 368 303	A la altura del muelle multipropósito Juan Pablo.
SED-DMAT01	514 062	9 381 926	A la salida de Dren Sechura, entre caleta de Mataballo y Chulliyachi





CÓDIGO	COORDENADAS UTM (WGS 84) ZONA 17M		REFERENCIA
	ESTE (m)	NORTE (m)	
SED-T3-05	500 062	9 367 747	Ubicados cerca de las plataformas de extracción de hidrocarburos, casi en el centro de la bahía de Sechura
SED-T4-05	496 371	9 362 742	
SED-T4-04	499 908	9 362 742	
SED-BA	494 214	9 360 244	A 750 m de la costa, al noroeste de la zona de embarque del muelle de Petroperú.
SED-BB	494 760	9 359 543	A 750 m de la costa, ubicado frente a la zona de embarque del terminal Bayóvar de Miski Mayo.
SED-EPA1	514 631	9 361 447	A la altura de la entrada al A.H. Parachique.

Nota: Los informes de ensayo y las cadenas de custodia del componente sedimento, no cuentan con la abreviatura "SED" antes del código de los puntos, pero es necesario añadirlo en el presente informe.

➤ Equipos y técnicas de evaluación

46. Debido a que no se cuenta con un protocolo nacional aprobado para la toma de muestras de sedimento, se utilizará, a modo referencial, el manual técnico "Métodos para colección, almacenamiento y manipulación de sedimentos para análisis químicos y toxicológicos de la Agencia para la Protección Ambiental de los Estados Unidos" (*Methods for collection, storage and manipulation of sediments for chemical and toxicological analyses: technical manual, 2001*). Este documento da a conocer consideraciones generales para muestreo de sedimento, equipos/herramientas de campo y laboratorio, pautas de seguridad, procedimientos de almacenamiento y transporte de muestras, además de asuntos comunes a la manipulación de muestras para análisis químicos y toxicológicos. Asimismo, se utilizará el Procedimiento de Operación Estándar - *Standard Operating Procedure (SOP) #2016, Sediment Sampling de la Agencia de Protección Ambiental - Environment Protection Agency (EPA)* del año 1994. A continuación, se detallan los equipos utilizados para el monitoreo de sedimento (ver Tabla 10).

Tabla 10. Equipos utilizados para el monitoreo de sedimentos

EQUIPO	MARCA	MODELO	UTILIDAD
Draga Van Veen	Bioservice	S/M	Extraer la muestra del fondo marino
GPS	Garmin	Oregon 650	Toma de coordenadas UTM
Cámara fotográfica	Canon	D30	Registro fotográfico



47. El análisis de las muestras fueron realizadas por laboratorios con métodos de ensayo acreditados por el Inacal. Las normas o métodos de referencia utilizados, según el parámetro a determinar, son presentadas en la Tabla 11.

Tabla 11. Métodos de referencia empleados por los laboratorios para sedimentos

Parámetro	Método de Ensayo	Técnica empleada	Laboratorio
Análisis textural	PEC-018	Densitometría	AGQ Perú S.A.C
Materia orgánica	PEC-012	Análisis elemental	
Sulfuro total	PE-04016	Calculado	

Parámetro	Método de Ensayo	Técnica empleada	Laboratorio
Metales totales	EPA Method 200.8	ICP-MS (<i>Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry</i>)	
Fosfato total	EPA Method 365.3	Método espectrofotométrico – IQ0360	NSF Envirolab

➤ **Estándares de comparación**

48. Los resultados de los análisis de sedimento para los metales arsénico, cadmio, cobre, cromo, mercurio, plomo y zinc fueron comparados con la Guía de Calidad Ambiental Canadiense¹⁶ (en adelante, norma canadiense), debido a que no se cuenta con normativa nacional para la comparación de este componente. De este modo la norma de referencia define dos tipos de valores límites:

- ✓ *Interim Sediment Quality Guidelines - ISQG* (Directrices de calidad de sedimentos provisionales): representa el nivel por debajo del cual no se esperan efectos biológicos adversos.
- ✓ *Probable Effect Level - PEL* (Nivel de efecto probable): representa el nivel que usualmente o siempre está asociado a efectos biológicos adversos.

4.2.2 Analisis de resultados

49. En la Tabla 12, se presentan los resultados de los parámetros analizados correspondientes a los puntos de monitoreo de calidad de sedimentos (Anexo B: Reporte de laboratorio – Matriz de datos del componente sedimento).
50. Posteriormente se realizaran los graficos de los metales totales que superaron los valores referenciales de la Norma Candiense, para mejor ilustración de los resultados.



¹⁶ Canadian council of ministers of the environment (2007). *Canadian Environmental Quality Guidelines. Sediment. Quality Guidelines for Protection of Aquatic Life – Marine Sediment* (Valores guía de calidad ambiental de Canadá para sedimentos marinos). Consulta: 18 de jun. de 2016. http://www.ccme.ca/en/resources/canadian_environmental_quality_guidelines/index.html.



Tabla 12. Resultados de laboratorio para sedimento: parámetros orgánicos, fisicoquímicos e inorgánicos

PARAMETROS	UNIDADES	PUNTOS DE MONITOREO																		CEQG ⁶		
		SED-B3	SED-B1	SED-TA1	SED-SP01	SED-BC	SED-CO1	SED-CO3	SED-CO4	SED-PA1	SED-DEM1	SED-JP1	SED-DMAT01	SED-T3-05	SED-T4-04	SED-T4-05	SED-BA	SED-BB	SED-EPA1	ISQG ^(a)	PEL ^(b)	
ORGÁNICOS Y FISICOQUÍMICOS																						
Materia orgánica total	%	2,9	4,41	1,13	5,2	6,17	8,13	6,41	3,25	1,37	1,33	1,66	7,24	4,91	3,37	6,09	6,73	9,64	1,19	—	—	
Análisis textural (*)	Tipo	arenosa	areno-franca	arenosa	franca	franco-arenosa	franco-limosa	franco-limosa	franco-arenosa	arenosa	arenosa	arenosa	franco-limosa	franco-arenosa	arenosa	franco-arenosa	franco-arenosa	franco-arenosa	franca	arenosa	—	—
Fosfato total	mg/kg MS	23,4	16,3	N.A.	N.A.	13,6	28,6	28,6	43,5	13,3	7,32	3,52	N.A.	20,1	22,6	31,9	26,9	28,1	39,7	—	—	
Sulfuro total	mg/kg MS	300	100	100	1300	300	3500	3400	1700	100	500	100	2000	1000	200	2800	3100	2400	600	—	—	
INORGÁNICOS (METALES TOTALES)																						
Arsénico total	mg/kg MS	6,9	3,7	7,9	9,2	6,6	13	11	13	4,3	5,3	12	8,1	10	7,4	13	14	14	3,8	7,24	41,6	
Cadmio total	mg/kg MS	2,527	1,944	0,5958	1,488	3,193	5,606	6,138	5,739	0,7151	0,4821	0,7433	1,277	27,17	10,7	9,555	11,93	9,26	0,578	0,7	4,2	
Cobre total	mg/kg MS	7,96	5,73	2,25	11,9	8,34	14,1	12,3	7,64	2,93	2,09	2,03	16	11	4,45	10,9	15,5	18,7	5,17	18,7	108	
Cromo total	mg/kg MS	27	28	28	33	35	59	54	37	15	30	37	36	47	41	41	54	66	13	52,3	160	
Mercurio total	mg/kg MS	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,03	0,04	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,05	<0,03	0,05	0,05	0,04	<0,03	0,13	0,7	
Plomo total	mg/kg MS	3,92	2,13	3,67	6,45	5,07	5,85	5,46	4,36	2,65	3,23	2,82	7,7	6,11	3,92	5,09	6,61	7,08	2,71	30,2	112	
Zinc total	mg/kg MS	32,9	25	12,7	51,3	32,5	73,8	72,5	47,6	17,6	11,6	9,59	64,9	74,7	34,4	53,6	75,4	81,1	20,9	124	271	

Excede el valor límite *Interim sediment quality guidelines (ISQG)*

Excede el valor límite *Interim sediment quality guidelines (ISQG)* y *Probable Effect Level (PEL)*.

<Valor>: significa que los resultados se encuentran por debajo del límite de cuantificación, el cual es "Valor"

— No presenta valor de comparación en ese parámetro para las diferentes sub categorías.

(*) No están incluidos en el alcance de la acreditación.

NA: No analizado en el punto de monitoreo.

(a) *Interim sediment quality guidelines (ISQG)*: Concentración debajo de la cual no se presentan efectos biológicos adversos.

(b) *Probable Effect Level (PEL)*: Concentración sobre la cual no se encontrarían usualmente efectos biológicos adversos.

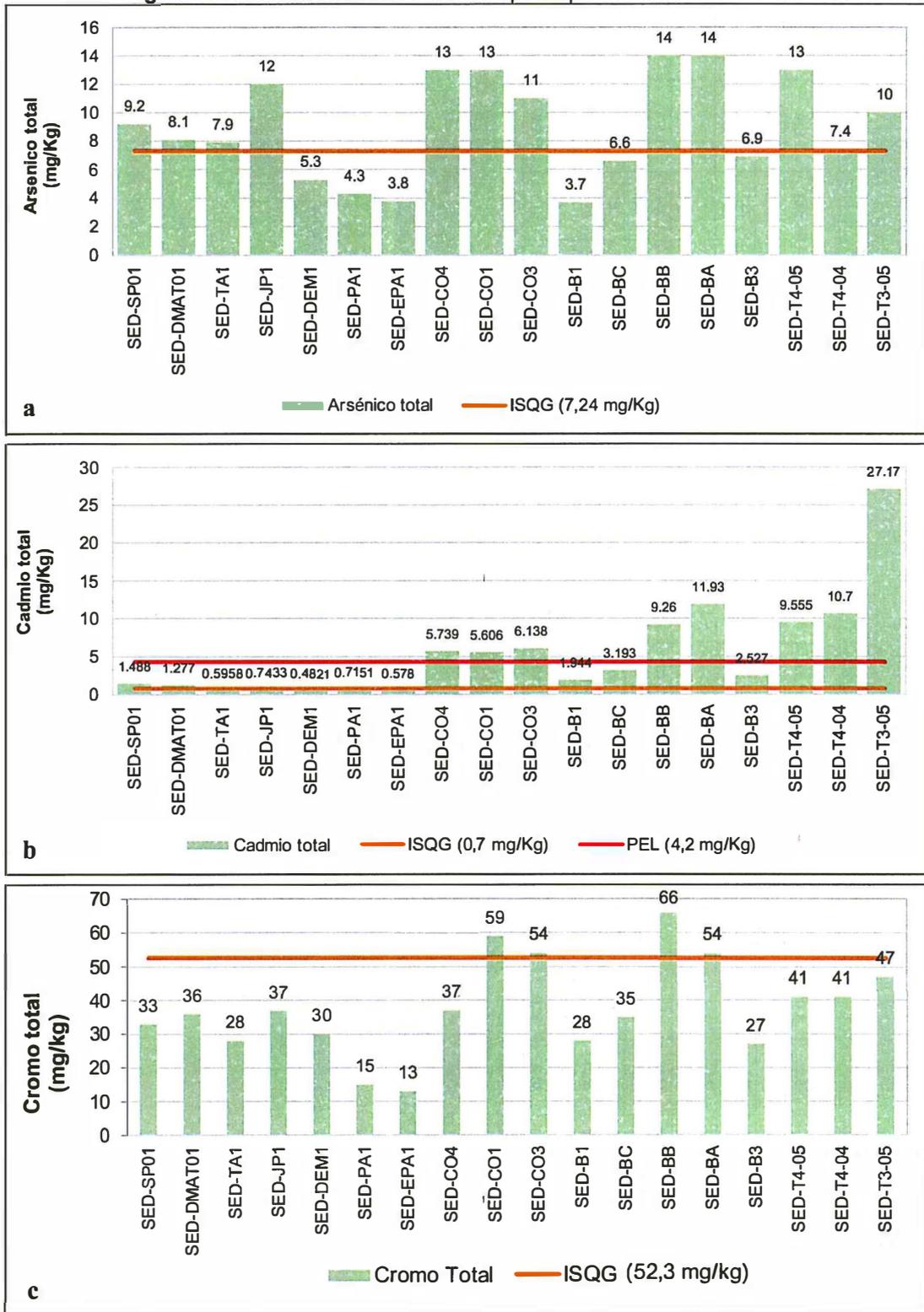
En los informes de ensayo del laboratorio AGQ Perú S.A.C., no se observa la abreviatura SED (Sedimentos) en la codificación de los puntos de monitoreo, por error en la escritura en la documentación.

Fuente: Elaborado a partir de los informes de ensayo.



Handwritten signature

Figura 3. Concentraciones de metales que superaron la Norma Candiense



[Handwritten signature]



51. En la Figura 3.a, se aprecia que la concentración de arsénico total en los puntos de monitoreo SED-TA1, SED-SP01, SED-CO1, SED-CO3, SED-CO4, SED-JP1, SED-DMAT01, SED-T3-05, SED-T4-04, SED-T4-05, SED-BA y SED-BB excedieron el nivel estándar referencial ISGQ (7,24 mg/kg). Asimismo, todos los puntos de monitoreo para este parámetro estuvieron por debajo del valor referencial PEL (41,6 mg/kg).
52. Para la concentración de cadmio total, en la Figura 3.b se observa que los puntos de monitoreo SED-B3, SED-B1, SED-SP01, SED-BC, SED-PA1, SED-JP1, SED-DMAT01 superaron referencialmente el valor ISQG (0,7 mg/kg) y los puntos de monitoreo SED-CO1, SED-CO3, SED-CO4, SED-T3-05, SED-T4-04, SED-T4-05, SED-BA y SED-BB superaron referencialmente el valor PEL (4,2 mg/kg). Los demás puntos se encontraron por debajo del nivel referencial de la norma canadiense.
53. Finalmente en la Figura 3.c, se observa que la concentración de cromo total en la mayoría de los puntos evaluados cumplieron los niveles de referencia ISQG y PEL de la norma canadiense, a excepción de los puntos de monitoreo SED-CO1, SED-CO3, SED-BA y SED-BB, los cuales excedieron el nivel referencial ISQG (52,3 mg/kg).
54. Por otro lado, se observa que las concentraciones de materia orgánica tuvieron la menor concentración en el punto de monitoreo SED-TA1 con 1,13 % encontrándose asociado con una textura arenosa. Asimismo, la mayor concentración se registró en el punto de monitoreo SED-BB con 9,64 % asociado a una textura franca.
55. La concentración de fosfato tuvo una menor presencia en el punto de monitoreo SED-JP1 con 3,52 mg/kg MS; sin embargo, el máximo valor se encontró en el punto SED-CO4 con 43,5 mg/kg MS. Cabe resaltar que la geología de la zona de Sechura es rica en mineral o roca fosfórica. El yacimiento de Bayovar, es considerado el décimo mayor depósito de fosfatos en el mundo¹⁷.
56. La concentración de sulfuro total en los puntos SED-B1, SED-TA1, SED-PA1 y SED-JP1 tuvieron las concentraciones más bajas con un valor de 100 mg/kg en cada punto. Además, los puntos SED-CO1 (3500 mg/kg) y SED-CO3 (3400 mg/kg) registraron las mayores concentraciones.

4.3 Calidad de aire

57. El monitoreo de calidad de aire se realizó en el área de influencia del terminal de Bayóvar, propiedad de la empresa estatal Petroperú; el cual es una de las actividades económicas más importantes en la bahía de Sechura. A continuación, se detalla la metodología y el análisis de los resultados.

4.3.1 Metodología

58. La metodología desarrollada para la evaluación de la calidad del aire se basó en los criterios establecidos en el Protocolo de Monitoreo de la Calidad Ambiental del

¹⁷ Gobierno Regional de Piura (2012). Diagnóstico de la zona marino costero de la bahía de Sechura. Documento elaborado en el marco del: "Programa regional de manejo integrado de recursos de la zona Marino Costera de Piura" (p. 110). Recuperado de:
<http://siar.regionpiura.gob.pe/admDocumento.php?accion=bajar&docadjunto=1963>



Aire y Gestión de los Datos¹⁸. Sobre esta base, se describe la ubicación los puntos de monitoreo, los parámetros evaluados, materiales utilizados, métodos de análisis, así como los valores de referencia de calidad ambiental que se han considerado para realizar las comparaciones respectivas con los resultados obtenidos.

➤ **Ubicación de los puntos de monitoreo**

59. Se establecieron dos (2) puntos de monitoreo de calidad de aire. Los detalles de la ubicación de cada punto se presentan en la Tabla 13. Además, se precisa que el mapa de ubicación y el registro fotográfico se presentan en el Anexo A: Reporte de campo - Mapa de puntos de calidad de aire.

Tabla 13. Ubicación de los puntos de monitoreo para la calidad del aire

CÓDIGO	COORDENADAS UTM - WGS 84 ZONA 17M			REFERENCIA
	ESTE (m)	NORTE (m)	ALTITUD (m s.n.m.)	
CAS-02	493 630	9 359 056	60	Ubicado en el patio de la zona industrial de Petroperú.
CAS-05	493 919	9 359 290	16	Ubicado en la zona de embarque de Petroperú.

➤ **Equipos y técnicas de evaluación**

60. Antes de dar inicio al monitoreo de calidad de aire, se verificaron los materiales, así como los equipos que estuvieron previamente calibrados (ver Anexo A: Reporte de campo del componente aire - Certificados de calibración), los cuales son presentados en la Tabla 14.

Tabla 14. Equipos utilizados para el monitoreo de la calidad del aire

EQUIPO	MARCA	MODELO	SERIE	MÉTODO DE ANÁLISIS
Muestreador de material particulado en alto volumen PM ₁₀	Thermo Scientific	G10557	P9324X	Separación inercial / filtración (gravimetría)
			P9310X	
Muestreador de material particulado en bajo volumen PM _{2.5}	BGI	PQ200	2081	
			2082	
Estación meteorológica	Davis	Vantage Pro	AK130313013 / HK-AM-008	---
Manómetro digital	Control company	Traceable	150326457	---
GPS	Garmin	Montana 680	952231860268	---
Cámara fotográfica	Canon	Poweshot D30	74220897-0172	---



¹⁸ Ministerio de Salud (2005). Resolución Directoral N° 1404/2005/DIGESA/SA. Aprueban protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los Datos.



➤ **Estándares de comparación**

61. Los resultados de la evaluación de calidad del aire fueron comparados con los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aire (ECA para aire)¹⁹, tal como se muestra en la Tabla 15:

Tabla 15. ECA para aire, normativa nacional

PARÁMETRO	PERIODO	VALOR ESTÁNDAR	NORMA
Material particulado menor a 10 micras (PM ₁₀)	24 horas	100 µg/m ³	Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM "Aprueban Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones complementarias"
	Anual	50 µg/m ³	
Material particulado menor a 2,5 micras (PM _{2.5})	24 horas	50 µg/m ³	
	Anual	25 µg/m ³	
Metales en filtros PM ₁₀ (plomo)	Mensual	1,5 µg/m ³	
	Anual	0,5 µg/m ³	

^a El estándar de comparación es en base a condiciones de 25 °C y 760 mm Hg, en concordancia con la norma de calidad de aire.

62. Sin embargo, dado que no se cuentan con Estándares de Calidad Ambiental para metales pesados en el aire para periodos de evaluación de 24 horas, se ha tomado como referencia la norma de calidad de aire de Canadá (*Ontario's Ambient Air Quality Criteria - 2012*). Las especificaciones de acuerdo al periodo de muestreo y valores estándares por parámetro para cada norma son presentados a continuación en la Tabla 16.

Tabla 16. ECA para aire, normativa internacional

PARÁMETRO	PERIODO	VALOR ESTÁNDAR	NORMA
Metales en filtros PM ₁₀ (arsénico) ^a	24 horas	0,3 µg/m ³	<i>Ontario's Ambient Air Quality Criteria (AAQC)</i> ²⁰
Metales en filtros PM ₁₀ (bario) ^a	24 horas	10 µg/m ³	
Metales en filtros PM ₁₀ (boro) ^a	24 horas	120 µg/m ³	
Metales en filtros PM ₁₀ (cadmio) ^a	24 horas	0,025 µg/m ³	
Metales en filtros PM ₁₀ (cobalto) ^a	24 horas	0,1 µg/m ³	
Metales en filtros PM ₁₀ (cobre) ^a	24 horas	50 µg/m ³	
Metales en filtros PM ₁₀ (cromo) ^a	24 horas	0,5 µg/m ³	
Metales en filtros PM ₁₀ (manganeso) ^a	24 horas	0,2 µg/m ³	
Metales en filtros PM ₁₀ (mercurio) ^a	24 horas	2 µg/m ³	
Metales en filtros PM ₁₀ (níquel) ^a	24 horas	0,1 µg/m ³	
Metales en filtros PM ₁₀ (plata) ^a	24 horas	1 µg/m ³	
Metales en filtros PM ₁₀ (plomo) ^a	24 horas	0,5 µg/m ³	

¹⁹ Ministerio del Ambiente (2017). Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM "Aprueban Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Aire y establecen Disposiciones complementarias.

²⁰ Ontario Ministry of the Environment (MOE) (2012). *Ontario's Ambient Air Quality Criteria*. Consultado el 14 de octubre de 2016. Disponible en: <http://www.airqualityontario.com/downloads/AmbientAirQualityCriteria.pdf>



Handwritten signature

PARÁMETRO	PERIODO	VALOR ESTÁNDAR	NORMA
Metales en filtros PM ₁₀ (selenio) ^a	24 horas	10 µg/m ³	
Metales en filtros PM ₁₀ (titanio) ^a	24 horas	120 µg/m ³	
Metales en filtros PM ₁₀ (uranio) ^a	24 horas	0,15 µg/m ³	
Metales en filtros PM ₁₀ (vanadio) ^a	24 horas	2 µg/m ³	
Metales en filtros PM ₁₀ (zinc) ^a	24 horas	120 µg/m ³	

^a El estándar de comparación es en base a condiciones de 10 °C y 760 mm Hg, en concordancia con la norma de calidad de aire de Canadá.

63. A continuación se presentan los resultados obtenidos sobre las condiciones meteorológicas de la zona evaluada así como las concentraciones de material particulado menor a 10 micras (PM₁₀), menor a 2,5 micras (PM_{2,5}) y las concentraciones de metales pesados.

4.3.2 Analisis de resultados

64. En esta sección se presentan los parámetros meteorológicos: temperatura, humedad relativa, presión barométrica y velocidad del viento, así como la rosa de viento obtenida de la estación tal como se muestra en la Tabla 17.

Tabla 17. Datos de campo de la estación meteorológica

Variables	Rango	Estación meteorológica de la bahía de Sechura				
		13/03/2017	14/03/2017	15/03/2017	16/03/2017	17/03/2017
Temperatura (°C)	Mínimo	24,1	26,8	25,5	26,0	25,1
	Máximo	28,5	28,3	29,6	30,4	29,1
	Promedio	26,4	27,2	27,1	27,9	27,5
Humedad relativa (%)	Mínimo	77,1	75,8	64,5	67,8	74,1
	Máximo	96,0	87,1	89,4	86,9	95,2
	Promedio	86,4	83,0	81,1	79,7	82,1
Presión (mmHg)	Mínimo	745	747	747	747	747
	Máximo	751	751	750	750	750
	Promedio	748,6	749	749,2	748,8	748,4
Velocidad (m/s)	Mínimo	0,6	1,0	0,4	0,2	0,3
	Máximo	4,4	5,3	4,6	5,4	5,5
	Promedio	1,7	2,5	2,0	2,1	2,1

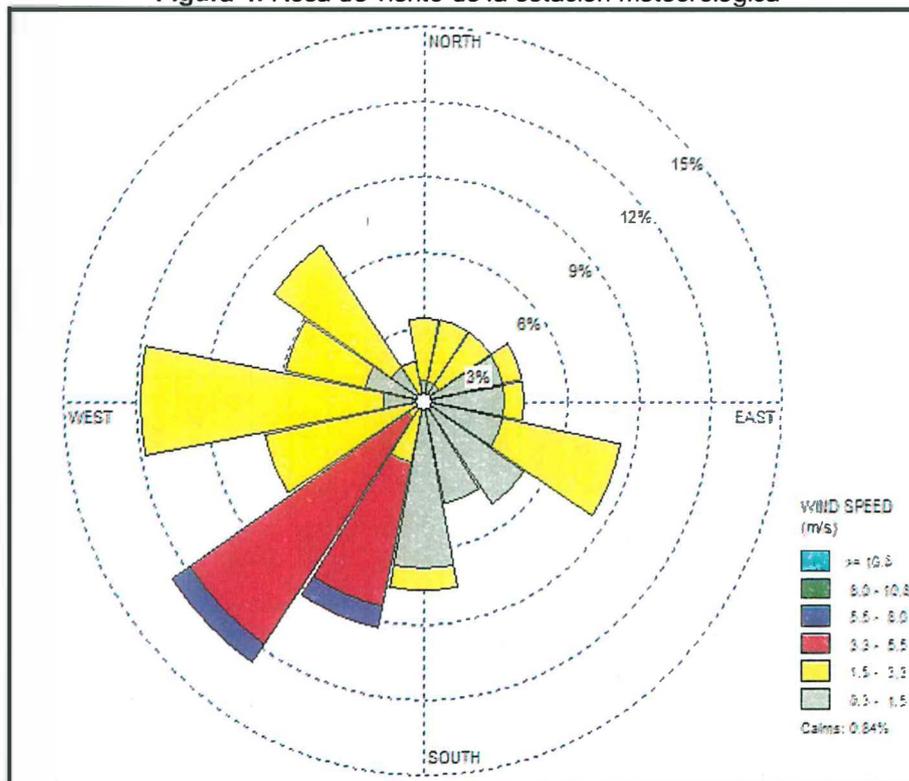


65. De los datos obtenidos en la estación meteorológica, se puede mencionar que en promedio, los mayores valores fueron: temperatura de 27,9 °C (16 de marzo de 2017), humedad relativa de 86,4 %, (13 de marzo de 2017), presión atmosférica de 749,2 mmHg (15 de marzo de 2017) y velocidad de viento de 2,5 m/s (15 de marzo de 2017). Se debe mencionar que la zona de evaluación estuvo

influenciada por condiciones climáticas anómalas denominado El Niño costero²¹, con intensas lluvias en toda la zona norte, siendo declarada en estado de emergencia por el estado peruano.

66. Según la rosa de vientos, en la Figura 4, se aprecia que la predominancia fue de vientos del suroeste y en menor proporción en otras direcciones. Las rosas de viento fueron realizadas con el programa *Wrplot View 7.0.0*.

Figura 4. Rosa de viento de la estación meteorológica



Handwritten signature

²¹ ENFEN, 2012: Definición operacional de los eventos El Niño y La Niña y sus magnitudes en la costa del Perú. Nota Técnica ENFE. Recuperado de: http://www.imarpe.pe/imarpe/index.php?id_seccion=1017504020000000000000



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

67. En la Tabla 18, se presentan los resultados de los parámetros analizados en laboratorio, correspondiente a los puntos de monitoreo de calidad de aire, comparados con el ECA para aire²² y para el caso de metales pesados se realizó la comparación con las normas de Calidad de Aire de Canadá (*Ontario's Ambient Air Quality Criteria – 2012*).

Tabla 18. Resultados de laboratorio de la calidad del aire

Parámetro	Unidad	Puntos de Monitoreo										ECA de Perú (periodo de 24 horas)**	Criterio de calidad de aire Canadá (periodo de 24 horas)
		CAS-02	CAS-05	CAS-02	CAS-05	CAS-02	CAS-05	CAS-02	CAS-05	CAS-02	CAS-05		
		13/03/2017		14/03/2017		15/03/2017		16/03/2017		17/03/2017			
Material particulado													
PM ₁₀	ug/m ³	8,43	9,72	86,65	12,13	64,95	16,93	30,33	60,16	17,24	11,94	100	---
PM _{2,5}	ug/m ³	5,09	1,52	18,92	1,98	6,65	4,91	9,46	4,18	7,11	3,86	50	---
Metales pesados*													
Aluminio	µg/m ³	0,11469	0,05442	0,11578	0,09968	0,53082	0,64007	0,68792	0,30120	0,11052	0,15593	---	---
Antimonio	µg/m ³	< LC	< LC	< LC	< LC	< LC	< LC	< LC	< LC	< LC	< LC	---	---
Arsénico	µg/m ³	0,00031	0,00027	0,00039	0,00040	0,00098	0,00185	0,00194	0,00091	0,00046	0,00041	---	0,3
Bario	µg/m ³	0,00107	0,00105	0,00095	0,00087	0,00349	0,01373	0,01411	0,00419	0,00265	0,00189	---	10
Berilio	µg/m ³	< LC	< LC	< LC	< LC	< LC	0,00020	< LC	< LC	< LC	< LC	---	---
Bismuto	µg/m ³	< LC	< LC	< LC	< LC	< LC	< LC	< LC	< LC	< LC	< LC	---	---
Boro	µg/m ³	< LC	< LC	< LC	0,00256	< LC	< LC	< LC	< LC	< LC	< LC	---	120
Cadmio	µg/m ³	0,00014	0,00010	0,00004	0,00007	0,00042	0,00224	0,00336	0,00098	0,00084	0,00045	---	0,025
Calcio	µg/m ³	0,35664	0,28755	0,33242	0,32844	0,89600	3,69160	6,94100	2,23931	1,47852	1,02472	---	---
Cobalto	µg/m ³	< LC	< LC	< LC	< LC	0,00046	0,00038	0,00050	0,00027	< LC	0,00015	---	0,1
Cobre	µg/m ³	0,01667	0,01223	0,00514	0,00785	0,02343	0,02476	0,04340	0,01933	0,01500	0,05524	---	50
Cromo	µg/m ³	< LC	< LC	< LC	< LC	< LC	< LC	< LC	< LC	< LC	< LC	---	0,5
Estaño	µg/m ³	0,00030	0,00014	< LC	< LC	0,00020	0,00015	0,00028	< LC	< LC	< LC	---	---
Estroncio	µg/m ³	0,00231	0,00177	0,00250	0,00192	0,00577	0,01578	0,05242	0,01559	0,01162	0,00733	---	---
Fosforo	µg/m ³	0,02171	< LC	0,04137	0,07134	0,12769	12,9982	2,32845	0,79351	0,41582	0,33340	---	---

²² Ministerio del Ambiente (2017). Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM "Aprueban ECA para aire y establecen Disposiciones complementarias".





PERÚ

Ministerio
del AmbienteOrganismo de Evaluación y
Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección de Evaluación

"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

Parámetro	Unidad	Puntos de Monitoreo										ECA de Perú (periodo de 24 horas)**	Criterio de calidad de aire Canadá (periodo de 24 horas)
		CAS-02	CAS-05	CAS-02	CAS-05	CAS-02	CAS-05	CAS-02	CAS-05	CAS-02	CAS-05		
		13/03/2017		14/03/2017		15/03/2017		16/03/2017		17/03/2017			
Hierro	µg/m ³	< LC	< LC	< LC	< LC	1,09384	0,88510	1,84744	0,86008	< LC	< LC	---	---
Litio	µg/m ³	< LC	< LC	0,00034	< LC	0,00101	0,00081	0,00114	< LC	< LC	< LC	---	---
Magnesio	µg/m ³	0,25636	0,12792	0,27567	0,19633	0,36665	0,85687	0,66273	0,31054	0,24246	0,21888	---	---
Manganeso	µg/m ³	0,00303	0,00151	0,00284	0,00242	0,01248	0,01790	0,01675	0,00738	0,00272	0,00404	---	0,2
Mercurio	µg/m ³	0,00016	0,00015	0,00007	< LC	0,00012	< LC	0,00037	0,00012	0,00018	0,00023	---	2
Molibdeno	µg/m ³	0,00014	0,00023	0,00009	0,00022	0,00033	0,00153	0,00188	0,00083	0,00039	0,00136	---	---
Niquel	µg/m ³	< LC	< LC	< LC	< LC	< LC	0,00508	0,00331	< LC	< LC	< LC	---	0,1
Plata	µg/m ³	0,00003	0,00002	0,00001	< LC	0,00002	0,00007	0,00014	0,00001	0,00003	0,00002	---	1
Plomo	µg/m ³	0,00164	0,00081	0,00081	0,00105	0,00280	0,04382	0,00312	0,00186	0,00088	0,00158	---	0,5
Potasio	µg/m ³	0,12305	0,07106	0,11685	0,07000	0,20455	32,4737	0,23782	0,13987	0,09870	0,09089	---	---
Selenio	µg/m ³	< LC	< LC	< LC	< LC	0,00052	< LC	0,00097	0,00052	0,00034	< LC	---	10
Silicio	µg/m ³	0,15746	0,10673	0,18085	0,13178	0,72498	2,06119	1,17161	0,48814	0,19579	0,26783	---	---
Sodio	µg/m ³	1,80294	0,84422	2,06369	1,28820	1,16560	1,53430	1,47191	0,99592	1,45569	1,10753	---	---
Talio	µg/m ³	< LC	< LC	< LC	< LC	< LC	< LC	0,00010	< LC	< LC	< LC	---	---
Titanio	µg/m ³	0,00257	0,00171	0,00215	0,00236	0,00912	0,01774	0,02089	0,00820	0,00389	0,00451	---	120
Uranio	µg/m ³	0,00002	0,00004	0,00003	0,00003	0,00015	0,01673	0,00186	0,00059	0,00040	0,00026	---	0,15
Vanadio	µg/m ³	0,00103	0,00093	0,00109	0,00110	0,00207	0,02399	0,00457	0,00280	0,00308	0,00254	---	2
Zinc	µg/m ³	0,03468	< LC	0,00967	0,01629	0,02696	0,05296	0,03043	0,01224	0,01128	0,01279	---	120

Excede los ECA para aire.

- No presenta valor de comparación en los ECA.

< LC: Menor al límite de cuantificación del método de ensayo.

* Se consideraron los principales metales pesados; además, se desestimaron algunos de ellos debido a ya que no están dentro de la corrida de metales del método de ensayo.

** El protocolo de la Calidad de Aire de Digesa, recomienda que para los periodos de muestreo se midan concentraciones promedio de 24 horas.

Fuente: Elaborado a partir de los informes: de ensayo (En Anexo C: Hoja de cálculo para estimar las concentraciones de material particulado y metales).



74



68. Las concentraciones de PM₁₀, PM_{2.5} y metales pesados en los puntos de monitoreo CAS-02 y CAS-05, no excedieron el valor de los ECA para aire de Perú, así como los valores de la normativa de Canadá en referencia a los metales pesados (norma referencial).

V. CONCLUSIONES

69. Se realizó el monitoreo ambiental de calidad de agua, sedimento y aire, del 12 al 19 de marzo de 2017 en la bahía de Sechura, provincia de Sechura, departamento de Piura. De acuerdo al análisis de resultados, se llegaron a las siguientes conclusiones:

5.1 Calidad de agua

70. De los parámetros *in situ* registrados en la bahía de Sechura, se concluye que el pH y el oxígeno disuelto cumplieron con el ECA para agua (D.S. N° 004-2017-MINAM) categoría 1-B1, 2-C1, 2-C3 y 4-E3E, a excepción del punto PA1-S (ubicado a la altura del desembarcadero Parachique) que superó ligeramente el pH en la categoría 2-C1. Asimismo, los puntos asociados al A.H. Parachique (PA1-S) y al estuario de Virrila (EPA1-S) ambos en el nivel superficial, presentaron valores de conductividad eléctrica muy por debajo de los obtenidos en los demás puntos de monitoreo, debido al aporte de agua dulce producto de las lluvias registradas en la zona en el mes de marzo.
71. La concentración de aceites y grasas en tres (3) puntos evaluados, excedieron el valor establecido en los ECA para agua en las categorías 1-B1 (TA1-S y SP01-S) y la categoría 2-C1 (DMAT01-S). Asimismo, la concentración de sólidos totales suspendidos en el punto EPA1-S superó el valor de los ECA para agua en la categoría 4-E3E. Además, la concentración de la demanda química de oxígeno en dos (2) puntos de monitoreo (TA1-S/F y SP01-S/F), superaron el valor establecido en el ECA para agua categoría 1-B1.
72. La concentración de aluminio total superó en el punto de monitoreo TA1-S, el valor de los ECA para agua en la categoría 1-B1. También, se determinó que la concentración de boro total (metal que tuvo mayor presencia en la bahía de Sechura tanto a nivel superficial como a nivel de fondo) en los puntos B3-S/F, B1-S/F, TA1-S/F y SP01-S/F superó el valor establecido en el ECA para agua en la categoría 1-B1; de la misma manera los puntos BC-S/F, CO1-S/F, CO3-S/F, CO4-S/F, T3-05-S/F, T4-04-S/F y T4-05-S/F superaron el valor establecido en el ECA para agua categoría 2-C1.
73. La concentración de cobre total en los puntos de monitoreo CO1-S/F, CO3-S/F y CO4-S superó el ECA para agua en la categoría 2-C1. Por otro lado, la concentración de fósforo total en los puntos de monitoreo BC-F, CO1-F, CO4-S/F, PA1-S, JP01-F, DMAT01-F y T4-04-F excedió el valor del ECA para agua en la categoría 2-C1 y el punto EPA1-S incumplió el ECA para agua en la categoría 4-E3E. Finalmente, la concentración de hierro total en un punto de monitoreo (SP01-F) excedió el valor del ECA para agua en la categoría 1-B1. Es importante mencionar que en esta zona se realizan actividades de pesca industrial y artesanal.





5.2 Calidad de sedimento

74. La concentración de arsénico total en los puntos de monitoreo SED-TA1, SED-SP01, SED-CO1, SED-CO3, SED-CO4, SED-JP1, SED-DMAT01, SED-T3-05, SED-T4-04, SED-T4-05, SED-BA y SED-BB y la concentración de cromo total en los puntos de monitoreo SED-CO1, SED-CO3, SED-BA y SED-BB excedieron el nivel referencial ISQG de la norma canadiense.
75. Por otro lado, la concentración de cadmio total en los puntos SED-B3, SED-B1, SED-SP01, SED-BC, SED-PA1, SED-JP1 y SED-DMAT01 superaron referencialmente el valor ISQG; sin embargo, los puntos de monitoreo SED-CO1, SED-CO3, SED-CO4, SED-T3-05, SED-T4-04, SED-T4-05, SED-BA y SED-BB superaron referencialmente el valor PEL. Los demás puntos se encontraron por debajo del nivel referencial de la norma canadiense.
76. Respecto a las concentraciones de materia orgánica total se observó que la mayor concentración se registró en el punto de monitoreo SED-BB con 9,64 % asociado a una textura franca. Por otro lado, la concentración de fosfato evidenció el máximo valor en el punto SED-CO4 con 43,5 mg/kg MS. Cabe resaltar que la geología de toda la zona de Sechura es rica en mineral o roca fosfórica, siendo una de las mayores reservas en el mundo. También, se evidenció que las mayores concentraciones de sulfuro total se registraron en los puntos SED-CO1 (3500 mg/kg) y SED-CO3 (3400 mg/kg).

5.3 Calidad de aire

77. Las concentraciones de PM₁₀ y PM_{2.5}, no excedieron los ECA para aire (D.S. N° 003-2017-MINAM) en los puntos de monitoreo CA-02 y CA-05, ambos ubicados en las instalaciones de Petroperú.
78. La concentración de metales totales en PM₁₀ no excedieron la normativa de Canadá (utilizada referencialmente), en los dos puntos de monitoreo.

VI. RECOMENDACIONES

79. Remitir una copia del presente informe a la Dirección de Supervisión para los fines correspondientes.

VII. ANEXOS

- Anexo A** : Reporte de campo
Anexo B : Reporte de Laboratorio
Anexo C : Hoja de cálculo para estimar las concentraciones de particulado.

