

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES

ESCUELA DE POSGRADO

DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES



**Niveles de contaminación por metales pesados en cangrejo del
manglar (*Ucides occidentalis*) en Tumbes. 2024**

TESIS

**Para optar el grado académico de Doctor en Ciencias
Ambientales**

Autor: Mg. Alduvar Nectali López Celi

Tumbes, 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES

ESCUELA DE POSGRADO

DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES



Niveles de contaminación por metales pesados en cangrejo del manglar (*Ucides occidentalis*) en Tumbes. 2024

Tesis aprobada en forma y estilo por:

Dr. Auberto Hidalgo Mogollón

PRESIDENTE

Dr. Gerardo Juan Francisco Cruz Cerro

SECRETARIO

Dra. Tessy Peralta Ortiz

VOCAL

Dr. Marco Antonio Zapata Cruz

VOCAL

Dr. Alberto Ordinola Zapata

VOCALY ASESOR

Tumbes, 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES

ESCUELA DE POSGRADO

DOCTORADO EN CIENCIAS AMBIENTALES



Niveles de contaminación por metales pesados en cangrejo del manglar (*Ucides occidentalis*) en Tumbes. 2024

Los suscritos declaramos que la tesis es original en su contenido y forma

Mg. Alduvar Nectali López Celi (autor)

ORCID: 0009-0003-1891-4337

Dr. Alberto Ordinola Zapata (asesor)

ORCID: 0000-0002-9644-0531

Dra. Eneida Graciela Vieyra Peña (coasesora)

ORCID: 0000-0001-6541-7075

Dr. Héctor Alfredo Sánchez Suárez (coasesor)

ORCID: 0000-0003-2395-5056

Tumbes, 2025

Acta de revisión y defensa de tesis



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
Licenciada
Resolución del Consejo Directivo N° 155-2019-SUNEDU/CD
ESCUELA DE POSGRADO
Tumbes – Perú

"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Tumbes, a los tres días de diciembre del dos mil veinticinco, siendo las catorce horas y cero minutos, se reunieron mediante la modalidad presencial en el Aula 2 del edificio de la Escuela de Posgrado – Ciudad Universitaria, los miembros del jurado calificador constituido con la Resolución N° 167-2024/UNTUMBES-EPG-D, del treinta y uno de mayo del dos mil veinticuatro, presidido por el Dr. Auberto Hidalgo Mogollón, e integrado por el Dr. Gerardo Juan Francisco Cruz Cerro (secretario), la Dra. Tessa Peralta Ortiz (vocal), el Dr. Marco Antonio Zapata Cruz (vocal) además el Dr. Alberto Ordinola Zapata (vocal y asesor), y como coasesores la Dra. Eneida Graciela Vieyra Peña y el Dr Héctor Alfredo Sánchez Suarez.

Instalado el jurado, se procedió a la evaluación, deliberación y calificación del acto de la sustentación de la tesis titulada: "**Niveles de contaminación por metales pesados en cangrejo del manglar (*Ucides occidentalis*) en Tumbes. 2024**" presentada por el egresado **Alduvar Neptalí López Celi** para optar el grado académico de **DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES**.

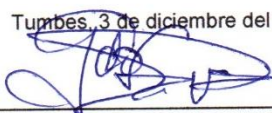
Concluida la sustentación y absueltas las preguntas, por parte del sustentante y después de la correspondiente, deliberación el jurado, conforme a lo normado en el artículo N° 111 del Reglamento de Tesis de la Universidad Nacional de Tumbes, declara al sustentante **aprobado**, con el calificativo de **MUY BUENA**

Por lo anterior, el sustentante está expedito para iniciar los trámites correspondientes y conducentes a la obtención del grado académico de Doctor en Ciencias Ambientales en conformidad con lo normado en la Ley Universitaria N° 30220, el Texto Único Ordenado del Estatuto, El Reglamento General, el Reglamento General de Grados Títulos y el Reglamento de Tesis de la Universidad Nacional de Tumbes.

Siendo las quince horas y treinta y tres minutos, del mismo día, se dio por concluido la ceremonia académica, procediendo a firmar el acta en presencia de público asistente.

Tumbes, 3 de diciembre del 2025


Dr. AUBERTO HIDALGO MOGOLLÓN
Presidente
DNI: 00250460
Código ORCID: [000-003-2921-4523](https://orcid.org/000-003-2921-4523)


Dr. GERARDO JUAN FRANCISCO CRUZ CERRO
Secretario
DNI: 80661595
Código ORCID: [0000-0001-6096-0183](https://orcid.org/0000-0001-6096-0183)


Dra. TESSA PERALTA ORTIZ
Vocal
DNI: 00239540
Código ORCID: [000-0001-5907-7713](https://orcid.org/000-0001-5907-7713)


Dr. MARCO ANTONIO ZAPATA CRUZ
Vocal
DNI: 00219827
Código ORCID: [000-0002-9018-280X](https://orcid.org/000-0002-9018-280X)


Dr. ALBERTO ORDINOLA ZAPATA
Vocal y asesor
DNI: 00326333
Código ORCID: [0000-002-9644-0531](https://orcid.org/0000-002-9644-0531)

C.c.
Jurado de Tesis (05),
Asesor
Interesado
Coasesor (es)
Unidad de Investigación,
Archivo (Director EPG).

Tesis de Doctorado para publicación. Alduvar Lopez Celi

por Alduvar Neptalí López Celi

Fecha de entrega: 03-dic-2025 11:18p. m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2377129819

Nombre del archivo: Tesis_de_Doctorado_para_publicaci_n_Alduvar_Lopez_Celi.docx (40.6M)

Total de palabras: 17185

Total de caracteres: 96756



Dr. Alberg Ordinoza Zapata
<https://orcid.org/0000-0002-9644-0531>
Docente Asesor

Tesis de Doctorado para publicación. Alduvar Lopez Celi

INFORME DE ORIGINALIDAD

13%	12%	7%	2%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.untumbes.edu.pe Fuente de Internet	2%
2	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	1%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
4	William Senior. "CONTENIDO DE METALES PESADOS EN ORGANISMOS ACUÍCOLAS EXPENDIDOS EN LOS MERCADOS DE LA CIUDAD DE MACHALA, PROVINCIA DE EL ORO", Open Science Framework, 2016 Publicación	1%
5	dspace.uazuay.edu.ec Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Nacional de Tumbes Trabajo del estudiante	<1%
7	doczz.es Fuente de Internet	<1%


Dr. Albergio Ordóñez Zapata
<https://orcid.org/0000-0007-9644-0531>
Docente Asesor

8	repositorio.unal.edu.co Fuente de Internet	<1 %
9	cybertesis.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
10	repositorio.upsc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
11	ve.scielo.org Fuente de Internet	<1 %
12	www2.mdpi.com Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	muqui.org Fuente de Internet	<1 %
15	Osorio Sánchez, Juan David Sebastián. "Modelo de Evaluación de la Contaminación Descargada en Humedales Producto de la Escorrentía Urbana: Metales Pesados en Sedimentos Viales", Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia) Publicación	<1 %
16	visorsig.oefa.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
17	www.scielo.org.bo Fuente de Internet	<1 %


Dg. Albergio Ordinali Zarata
<https://orcid.org/0000-0002-9644-0511>
Docente Asesor

18	www.revistatyca.org.mx Fuente de Internet	<1 %
19	apirepositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
20	ddd.uab.cat Fuente de Internet	<1 %
21	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
22	revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
23	www.bioflux.com.ro Fuente de Internet	<1 %
24	Maria Cervantes, Antonio. "Aproximacion a los riesgos derivados de la presencia de residuos mineros en saladares del entorno del mar menor: Dinamica de metales pesados y arsenico y su acumulacion en plantas y moluscos", Proquest, 20111108 Publicación	<1 %
25	cdn.www.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
26	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
27	ria.utn.edu.ar Fuente de Internet	<1 %


Dr. Alberto Ordóñez Zapata
<http://ojs1.f.org.pe/000-0002-9644-0531>
Docente: Aascar

28 Choquecota Riva, Alberto. "Variación espacial de la concentración de metales pesados en sedimentos en los afluentes de la cuenca del río Ramis - Puno", Universidad Nacional del Altiplano de Puno (Peru)

Publicación

<1 %

29 Condori Quispe, Dario. "Niveles de plomo y mercurio en agua, pasto, leche y queso en la microcuenca Llallimayo - Melgar - Puno", Universidad Nacional del Altiplano de Puno (Peru)

Publicación

<1 %

30 dspace.ups.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

31 ERM PERU S.A.. "EIA del Proyecto de Perforación de Pozos Exploratorios, Pozos de Desarrollo y Facilidades de Producción del Lote Z-2B-IGA0000804", R.D. N° 444-2009-MEM/AAE, 2020

Publicación

<1 %

32 "Food Toxicity and Safety", Springer Science and Business Media LLC, 2025

Publicación

<1 %

33 repositorio.uncp.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

34 uees.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %


Dr. Alberto Ordóñez Zapata
<https://orcid.org/0000-0007-9644-0531>
Docente Asesor

35 repositorio.espam.edu.ec <1 %
Fuente de Internet

36 colposdigital.colpos.mx:8080 <1 %
Fuente de Internet

37 eprints.uanl.mx <1 %
Fuente de Internet

38 qdoc.tips <1 %
Fuente de Internet

39 repositorio.ucv.edu.pe <1 %
Fuente de Internet

40 revistas.unal.edu.co <1 %
Fuente de Internet

41 up-rid.up.ac.pa <1 %
Fuente de Internet


Dr. Alberto Ordóñez Zárate
<https://orcid.org/0000-0002-9644-0531>
Docente Asesor

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

< 15 words

Excluir bibliografía

Activo

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios Todo Poderoso quien ha sido mi fuerza, mi guía y mi refugio. Por su amor incondicional, su gracia infinita y su fidelidad que me han sostenido aun en los momentos más difíciles.

A mis padres Tadeo López Salazar e Irma Celi Socola por el apoyo que me brindaron en cada momento de mi vida.

A mi esposa Milena por ser mi compañera día a día y a mis hijos Fanny, Patricia, Alonso y Alduvar Jr., por darme el aliento y la fortaleza para lograr el objetivo propuesto de obtener el ansiado grado de Doctor en Ciencias Ambientales.

Alduvar Nectali López Celi

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi agradecimiento al Dr. Alberto Ordinola Zapata, quien, en su calidad de asesor, me brindó un apoyo constante a lo largo de todo el proceso de investigación. Asimismo, extendiendo mi sincero reconocimiento a mis coasesores, la Dra. Eneida Graciela Vieyra Peña y el Dr. Héctor Alfredo Sánchez Suárez, por sus valiosas recomendaciones, aportes críticos e ideas que contribuyeron de manera significativa a la culminación exitosa de esta tesis.

A los miembros de mi jurado: Dr. Auberto Hidalgo Mogollón, Dr. Gerardo Juan Francisco Cruz Cerro, Dra. Tessy Peralta Ortiz, Dr. Marco Antonio Zapata Cruz, quienes en todo momento realizaron pertinentes observaciones y sugerencias que permitieron mejorar esta tesis.

Al Dr. Carlos Alberto Zamora Gutiérrez, autor del proyecto financiado con fondos de canon titulado: “Contaminación por metales pesados y expresión de genes de metalotioneínas en organismos representativos del manglar de Tumbes” (Resolución N° 1171-2021/UNTUMBES-CU), por darme la oportunidad de ejecutar mi tesis dentro de la investigación que dirige.

Al personal que labora como técnicos de laboratorio en las investigaciones científicas realizadas por los profesores Renacyt de la FIPCM: Ing. Cristhofer Joel Villar Cruz, Ing. Nicole Alessandra Vergara Alfaro, Mg. Robert Peralta Otero, Téc. Pedro Masías Ramírez, y Mg. Wagner Paul Campaña Maza, por el valioso trabajo que realizaron en apoyo a mi tesis.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	xviii
ABSTRACT	xix
I. INTRODUCCIÓN	20
II. REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	22
2.1. Bases teóricas	22
2.1.1. Manglares.....	22
2.1.2. Manglar de Tumbes	22
2.1.3. Impacto de los metales pesados.....	23
2.1.4. Mercurio.....	23
2.1.5. Plomo	24
2.1.6. Cadmio	25
2.1.7. Cromo.....	26
2.1.8. Efectos fisiológicos de los metales pesados.....	26
2.1.9. Contaminación por metales pesados en manglares.....	27
2.1.10. Cangrejo del manglar	27
2.1.11. Límites máximos permisibles para metales pesados	28
2.1.12. Antecedentes	30
III. MATERIALES Y MÉTODOS	33
3.1. Tipo y diseño de investigación	33
3.2. Población y muestra de estudio	33
3.3. Lugar de recolección de las muestras.....	33
3.4. Recolección de cangrejos del manglar	34
3.5. Recolección de muestras de sustrato	34
3.6. Recolección de muestras de agua	35
3.7. Análisis de contenido de metales pesados en <i>Ucides occidentalis</i> . 35	
3.8. Análisis de contenido de metales pesados en sedimento	36
3.9. Análisis del contenido de metales pesados en agua	36
3.10. Concentración de metales pesados en agua respecto a sus respectivos límites máximos permisibles	36
3.11. Plan de procesamiento y análisis de datos	37
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	39
4.1. Parámetros físico-químicos del agua en zonas de muestreo	39

4.2.	Concentración de mercurio en tejidos de <i>Ucides occidentalis</i>	40
4.3.	Concentración de plomo en tejidos de <i>Ucides occidentalis</i>	42
4.4.	Concentración de cadmio en tejidos de <i>Ucides occidentalis</i>	43
4.5.	Concentración de cromo en tejidos de <i>Ucides occidentalis</i>	45
4.6.	Concentración de mercurio en agua	47
4.7.	Concentración de plomo en agua.....	49
4.8.	Concentración de cadmio en agua.....	51
4.9.	Concentración de cromo en agua	53
4.10.	Concentración de mercurio en sedimento.....	55
4.11.	Concentración de plomo en sedimento.....	58
4.12.	Concentración de cadmio en sedimento	59
4.13.	Concentración de cromo en sedimento.....	61
4.14.	Parámetros físico-químicos del sedimento del manglar	63
4.15.	Análisis de componentes principales (PCA) de metales pesados y parámetros fisicoquímicos	64
V.	CONCLUSIONES	69
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
	ANEXOS.....	89

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Límites máximos permisibles (ppm) para mercurio, plomo, cadmio y cromo en crustáceos.....	29
Tabla 2. Límites máximos permisibles para Cd, Pb, Hg y Cr para agua de manglares (Categoría 4, subcategoría E3 del DS N° 004-2017-MINAM)	37
Tabla 3. Características físico-químicas del agua	40
Tabla 4. Concentraciones de plomo en tejido de cangrejo del manglar.....	43
Tabla 5. Concentraciones de cadmio en tejido de cangrejo del manglar.....	45
Tabla 6. Concentraciones de cromo en tejido de cangrejo del manglar	47
Tabla 7. Concentraciones de mercurio en agua de diferentes zonas de muestreo	49
Tabla 8. Concentraciones de plomo en agua	51
Tabla 9. Concentraciones de cadmio en agua	53
Tabla 10. Concentraciones de cromo en agua.....	55
Tabla 11. Concentraciones de mercurio en sedimento	57
Tabla 12. Concentraciones de plomo en sedimento	59
Tabla 13. Concentraciones de cadmio en sedimento	61
Tabla 14. Concentraciones de cromo en sedimento	62
Tabla 15. Características físico-químicas del sedimento del manglar	64
Tabla 16. Carga de los componentes principales.....	66

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Zonas de recolección de cangrejos del manglar en Tumbes.....	34
Figura 2. Concentración de mercurio en tejidos de cangrejo del manglar en las zonas de muestreo.....	41
Figura 3. Concentración de plomo en tejidos de <i>Ucides occidentalis</i> de diferentes zonas de muestreo.....	42
Figura 4. Concentración de cadmio en tejidos de <i>Ucides occidentalis</i> en las zonas de muestreo	44
Figura 5. Concentración de cromo en tejido de <i>Ucides occidentalis</i> de diferentes zonas de muestreo.....	46
Figura 6. Concentración de mercurio en agua de las zonas de muestreo	48
Figura 7. Concentración de plomo en agua de las zonas de muestreo	50
Figura 8. Concentración de cadmio en agua de diferentes zonas de muestreo .	52
Figura 9. Concentración de cromo en agua de las zonas de muestreo	54
Figura 10. Concentración de mercurio en sedimentos de las zonas de muestreo	56
Figura 11. Concentración de plomo en sedimentos de las zonas de muestreo..	58
Figura 12. Concentración de cadmio en las zonas de muestreo	60
Figura 13. Concentración de cromo en las zonas de muestreo	62
Figura 14. Gráfico de sedimentación	65
Figura 15. Gráfico biplot del análisis de componentes principales.....	67
Figura 16. Toma y medición de parámetros físico-químicos del agua Recolectada	90
Figura 17. Recolección de ejemplares <i>Ucides occidentalis</i>	90
Figura 18. Recolección de muestras de agua	91
Figura 19. Recolección de muestras de sedimento.....	91

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 90
Anexo 2 92
Anexo 3 111
Anexo 4 117

Niveles de contaminación por metales pesados en cangrejo del manglar (*Ucides occidentalis*) en Tumbes. 2024

RESUMEN

La contaminación por metales pesados es una amenaza constante para ecosistemas vulnerables como es el manglar, así como para los organismos que lo habitan, entre ellos especies de importancia para la alimentación humana como son los cangrejos. La investigación determinó los niveles de contaminación por metales pesados (mercurio, plomo, cromo y cadmio) en tejidos del cangrejo del manglar, *Ucides occidentalis*, y su entorno (agua y sedimento) en el Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes (SNLMT) y tres zonas no protegidas (El Bendito, Puerto Pizarro y Boca del Río Tumbes). Se analizaron las concentraciones mediante espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS) a lo largo de seis muestreos, comparando los resultados con valores límite nacionales e internacionales. Se observó que los sedimentos presentan niveles importantes de tales metales. Los valores más altos se registraron en la Boca del Río Tumbes, indicando que este cuerpo de agua es la fuente principal de ingreso de contaminantes. Niveles elevados en el SNLMT indican aportes adicionales de actividades acuícolas, agrícolas o del Canal Internacional. En el agua, la mayoría de los metales se mantuvieron bajo sus límites establecidos, excepto el mercurio, que superó el valor normativo en más del 30% de las muestras, siendo el contaminante más importante en agua. En los tejidos de *U. occidentalis*, las concentraciones fueron bajas; el mercurio fue indetectable, y los bajos niveles de cromo (no detectable en >70% de casos) se atribuyeron a la capacidad de los cangrejos para eliminar metales durante la muda. El análisis de componentes principales (PCA) identificó dos componentes clave: un factor salinidad/acumulación metálica y un factor metales disueltos/temperatura. El PCA definió una clara zonificación de riesgo: el SNLMT presenta el mayor nivel salino y la menor acumulación de metales; Puerto Pizarro y El Bendito actúan como zonas de movilización inicial de metales disueltos; y la Boca del Río Tumbes actúa como sumidero final, concentrando plomo y mercurio en el sedimento, lo que confirma al río como la principal fuente de polución por metales pesados en el manglar.

Palabras clave: Manglar, *Ucides occidentalis*, metales pesados, bioacumulación, detoxificación.

Heavy Metal Contamination Levels in the Mangrove Crab (*Ucides occidentalis*) in Tumbes. 2024

ABSTRACT

Heavy metal pollution is a constant threat to vulnerable ecosystems such as mangroves, as well as to the organisms that inhabit them, including species important for human consumption such as crabs. The study determined the levels of heavy metal contamination (mercury, lead, chromium, and cadmium) in the tissues of the mangrove crab *Ucides occidentalis* and its surrounding environment (water and sediment) within the Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes (SNLMT) and three unprotected areas (El Bendito, Puerto Pizarro, and Boca del Río Tumbes). Metal concentrations were analyzed using inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) across six sampling campaigns, and results were compared against national and international threshold values. Sediments showed significant levels of these metals, with the highest concentrations recorded at Boca del Río Tumbes, indicating this water body as the primary entry point for contaminants. Elevated levels within the SNLMT suggest additional inputs from aquaculture, agriculture, or the International Canal. In water samples, most metals remained below established limits, except for mercury, which exceeded regulatory thresholds in over 30% of samples, making it the most critical waterborne contaminant. In *U. occidentalis* tissues, concentrations were low; mercury was undetectable, and chromium levels were minimal (undetectable in >70% of cases), likely due to the ability of the crabs to eliminate metals during molting. Principal component analysis (PCA) identified two key components: a salinity/metal accumulation factor and a dissolved metals/temperature factor. PCA revealed a distinct risk zonation: the SNLMT exhibited the highest salinity and lowest metal accumulation; Puerto Pizarro and El Bendito acted as initial mobilization zones for dissolved metals; and Boca del Río Tumbes functioned as the final sink, concentrating lead and mercury in sediments, confirming the river as the main source of heavy metal pollution in the mangrove ecosystem.

Keywords: Mangrove forest, *Ucides occidentalis*, heavy metals, bioaccumulation, detoxification.

I. INTRODUCCIÓN.

Los manglares, ecosistemas que prosperan en zonas costeras y que abarcan entre el 60% y el 75% de las áreas tropicales y subtropicales del mundo, se consideran cruciales para la biodiversidad marina, al igual que los arrecifes de coral. Sin embargo, investigaciones como las realizadas por Bunting et al. (2018); Cabral et al. (2016); Imchen et al. (2018); Wilson (2017), señalan que los manglares a nivel mundial han perdido aproximadamente el 3,5% de su extensión en las últimas dos décadas, lo que representa una amenaza significativa.

Varios contaminantes afectan a estos manglares entre los principales se encuentran los metales pesados, conocidos por su toxicidad, persistencia y capacidad para acumularse en los organismos, así como por su transferencia a través de la cadena alimentaria (Hong et al., 2020). Aunque algunos metales pesados son esenciales en pequeñas cantidades para los organismos (metales fisiológicos), otros pueden ser perjudiciales en cualquier cantidad (metales xenobióticos), pudiendo volverse tóxicos o incluso carcinógenos cuando sus niveles superan ciertos límites (Duarte-Gutiérrez et al., 2020; Yang et al., 2019).

Los contaminantes metálicos tienden a acumularse en los componentes abióticos del ecosistema y a moverse hacia los componentes bióticos mediante mecanismos que conducen a que se bioacumulen y biomagnifiquen. Esto implica que, conforme se avanza en la cadena trófica, los niveles de metales pesados pueden aumentar significativamente, representando un riesgo para los seres humanos, especialmente en ambientes acuáticos. Se ha reportado que uno de los crustáceos que habita el manglar y que es explotado para consumo humano directo, el cangrejo del manglar *Ucides occidentalis*, puede acumular altos niveles de metales pesados, entre los más preocupantes: mercurio, plomo, cadmio y cromo (Chuquimarca, 2015; De Cock et al., 2021a; Feys, 2013; Navarrete-Forero et al., 2019; Sánchez, 2017; Siavichay, 2013; Urdánigo et al., 2022), lo cual puede

implicar un riesgo para el consumidor final; tal es así, que algunos autores han sugerido que exista una cantidad máxima de ejemplares de *U. occidentalis* que se pueda consumir de manera segura y sin incrementar el riesgo de exposición a metales pesados (De Cock et al., 2021).

Particularmente, en el manglar de Tumbes en Perú, que es el más extenso y representativo de la región, la explotación de organismos como los cangrejos del manglar para el consumo humano plantea la posibilidad de que éstos transfieran los metales pesados a las personas a través del consumo (Takahashi & Martínez, 2015).

A pesar de esta situación, existe una falta notable de estudios que aborden los niveles de metales pesados en el manglar de Tumbes. Existen únicamente estudios limitados sobre estos contaminantes en el río Tumbes, que desemboca en el manglar, sobre el cual se sabe que la minería artesanal y de pequeña escala practicada en la zona alta del río Puyango-Tumbes, en Portovelo-Zaruma (Ecuador), es una fuente importante de tales metales pesados; pero también hay aportes de los mismos por desechos urbanos y domésticos cerca de su curso (García et al., 2012; L. Gavilanez, 2016; Marshall et al., 2020a; Mora et al., 2016; Schudel et al., 2018a).

Puesto que a la fecha no se cuenta con información científica sobre la posible contaminación de los cangrejos del manglar por metales pesados se realizó esta investigación con el objetivo siguiente:

Determinar la concentración de metales pesados (Hg, Pb, Cd y Cr) en tejidos del cangrejo del manglar *Ucides occidentalis* presente en áreas protegidas y no protegidas dentro del manglar de Tumbes.

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. Bases teóricas.

2.1.1. Manglares

Los manglares son bosques costeros asociados a aguas salinas o salobres ambientes, en estuarios, bancos rivereños o lagunas costeras (Enoh et al., 2024); son ambientes marino costeros muy biodiversos y productivos, que se encuentran presentes en las costas tropicales, subtropicales y templadas de 118 países. Su extensión a nivel del mundo es de 137 600 km². Los manglares proporcionan importantes servicios ecológicos, actuando como filtros, sumideros de carbono, fuentes de alimentos y barreras protectoras de las costas. A pesar de su importancia, el manglar enfrenta graves amenazas debido a la contaminación y el desarrollo costero. La pérdida de su superficie ha sido considerable, se estima que se ha reducido en alrededor de 3,5% en los últimos 25 años, con una tasa de pérdida anual que es de tres a cinco veces mayor que la que experimenta cualquier bosque terrestre (Bunting et al., 2018; Imchen et al., 2018; Wilson, 2017).

2.1.2. Manglar de Tumbes

Los manglares en el Perú se localizan únicamente en los dos departamentos costeros de su extremo norte: Tumbes y Piura, el manglar de Tumbes es mucho más extenso del de Piura (Zapata-Cruz et al., 2024), pues mientras que el manglar tumbesino tiene 4541 hectáreas, el de Piura sólo tiene 300 ha (Ordinola et al., 2020). Dentro del manglar tumbesino se encuentra el Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes (SNLMT) que cubre alrededor de 2972 ha, y forma parte de la Reserva de Biósfera del Noroeste y se halla categorizado como sitio Ramsar, por lo que es una zona protegida; aunque también en el manglar hay zonas no protegidas, ubicadas al sur del SNLMT en las que se explotan recursos tales como bivalvos, peces y crustáceos (Morán & Hidalgo, 2016; Takahashi & Martínez, 2015).

Hay pocas investigaciones respecto a la contaminación de los manglares de Tumbes, una de ellas fue realizada por Morán & Hidalgo (2016), los que encontraron que la contaminación en un sector del manglar (Puerto Pizarro) fue alta; lo cual es coherente con lo reportado por otros estudios a nivel mundial como los de Akbar et al. (2025), Deng et al. (2021), Maiti & Chowdhury (2013) y Truchet et al. (2020), que han hallado que éstos están amenazados con contaminantes tales como: hidrocarburos, residuos de medicamentos y de productos de aseo personal, poluentes orgánicos persistentes, plásticos, compuestos disruptores endocrinos y metales pesados. De estos, los últimos se hallan entre los más problemáticos, pues son tóxicos, no degradables, bioacumulables y biomagnificables, pudiendo migrar por la cadena trófica hasta llegar al hombre (Duarte-Gutiérrez et al., 2020; Yang et al., 2019).

2.1.3. Impacto de los metales pesados

Estos contaminantes reciben su nombre por sus características químicas y físicas, en principio, son de naturaleza metálica, corresponden a elementos químicos con un peso atómico elevado (>20); son bastante densos, sobrepasando los 5 g/cm³. Aunque también se suele incluir como parte de ellos a ciertos metaloides como el arsénico o elementos no metálicos como el selenio, ya que comparten con dichos elementos la propiedad de bioacumularse y ser tóxicos para los organismos (Ali & Khan, 2018). Los metales pesados se encuentran en la corteza terrestre y llegan a los ecosistemas a través de procesos geológicos como el vulcanismo y la erosión, así como por actividades antrópicas tales como la minería y la liberación de desechos industriales o municipales (Custodio et al., 2020).

2.1.4. Mercurio

El mercurio (Hg), también conocido como plata líquida o azogue, tiene un número atómico de 80 y un peso atómico de 200,6; es un metal que se encuentra en forma líquida a temperatura ambiente y es altamente volátil. Se conocen más de 80 minerales de mercurio, pero el más abundante es el sulfuro de mercurio, que se halla en el cinabrio (Beckers & Rinklebe, 2017). El mercurio es un elemento muy tóxico, persistente y móvil, ya que sus vapores y partículas pueden ser llevadas muy lejos por el viento; su toxicidad ha llevado a que la ONU impulse a la

Convención de Miamata sobre el Mercurio, en la cual se indica que los países deben reducir sus emisiones de mercurio y que progresivamente deben cerrar las minas dedicadas a la extracción de este mineral (Gworek et al., 2020).

A pesar de ello, la minería artesanal utiliza grandes cantidades de mercurio para extraer oro mediante su amalgamación con la roca pulverizada; los residuos de mercurio de dicha actividad pasan al ambiente acuático o a la atmósfera (Alencar & Davée, 2024).

Las formas predominantes de mercurio varían según el tipo de compartimento terrestre; en la atmósfera se halla más como Hg elemental; en el agua y suelo, como compuestos inorgánicos y en los organismos como metil mercurio (CH₃Hg). El mercurio se halla de manera natural en la corteza terrestre en proporción de 0,05 ppm, aunque sus niveles probablemente se han ido incrementando por las actividades antrópicas (Beckers & Rinklebe, 2017).

De los compuestos de mercurio, el más tóxico es el metil mercurio, el cual se forma de manera abiótica o biótica; esta última, por acción bacteriana en medios que favorecen su formación, tales como los cuerpos de agua con bajo contenido de oxígeno, bajo pH, mercurio biodisponible, alta cantidad de materia orgánica y presencia de bacterias reductoras de sulfatos, que son las que propician la metilación del mercurio (Gworek et al., 2020), estas condiciones se dan en los manglares (Torres et al., 2023). Así, los organismos que se encuentran en dicho medio, como peces y otros organismos hidrobiológicos, lo incorporan y bioacumulan, pudiendo transferirlo al hombre a través de la cadena trófica. La intoxicación por metilmercurio puede originar la muerte de animales y del hombre; y cuando es crónica, puede afectar al sistema nervioso de los mismos (Gworek et al., 2020).

2.1.5. Plomo

Se halla de manera natural como parte de ciertos minerales; sin embargo, el nivel de plomo en el ambiente se ha incrementado en los últimos años como producto de las actividades humanas; así por ejemplo, la minería del plomo y de otros minerales pueden liberar plomo, de igual manera las aleaciones, pinturas, baterías

de plomo, los escapes de automóviles y en general la quema de combustibles fósiles (Collin et al., 2022).

Es un elemento metálico muy tóxico, siendo un contaminante persistente, que puede ingresar al cuerpo humano y afectar los órganos del sistema nervioso, circulatorio y excretor, principalmente en niños, infantes y fetos; el plomo se acumula en dientes y huesos por largo tiempo. Los niños pueden sufrir de retraso en el aprendizaje y hay reportes que responsabilizan al plomo por 540 000 muertes en el año 2016 (Nag & Cummins, 2022).

El plomo puede contaminar el aire, suelo y agua; las partículas de plomo que se hallan en ambiente y suelo, son llevadas al agua a través de la lluvia y escorrentías, pasando a la columna de agua. Los suelos son fuente de plomo, que se acumuló décadas atrás, cuando aún se empleaban para fabricar pinturas y como aditivo en la gasolina, estas acumulaciones de plomo en el suelo pueden transferirse a los cuerpos de agua y contaminar a los organismos acuáticos (Levin et al., 2021).

2.1.6. Cadmio

Históricamente, este metal se descubrió como una impureza en el carbonato de zinc. Este metal pesado es relativamente escaso en la corteza terrestre (0,15 mg/kg); mientras que, en el mar alcanza $1,1 \times 10^{-4}$ mg/l. En la naturaleza, el cadmio se halla combinado con sulfuros de zinc. Alrededor del 83% del cadmio se emplea en la industria de baterías, y en menor grado para la industria metalúrgica, de recubrimientos, en galvanoplastia y en plásticos (Zhang & Reynolds, 2019).

El cadmio es un metal pesado que se ha empleado ampliamente en el campo industrial por más de medio siglo. Sin embargo, se ha demostrado que este metal origina una serie de problemas serios en la salud humana, puesto que interfiere en el funcionamiento de órganos y tejidos vitales como son los pulmones, riñones y huesos, teniendo incluso poder carcinogénico (Florida, 2021). En particular, dado que el cadmio tiene propiedades químicas similares a las del calcio, es común que sustituya a este dentro del organismo, afectando a los huesos; la intoxicación crónica de este metal conduce a la enfermedad denominada en japonés *itai-itai*, que fue diagnosticada por primera vez a inicios del siglo XX en Japón, esta

enfermedad provoca disfunción tubular renal, osteomalacia y osteoporosis, pues el cadmio compite con el calcio y otros nutrientes en los huesos (Kubier et al., 2019).

2.1.7. Cromo

Entre los metales pesados, el cromo es un metal bastante especial, puesto que dependiendo de su estado de oxidación puedes ser un elemento esencial para el ser humano o un potente tóxico carcinógeno. En los organismos vivos, el cromo se halla principalmente en compuesto en los que tiene estado de oxidación trivalente, como Cr (III); siendo necesario para la regulación el metabolismo de la glucosa a través de incrementar la eficiencia de la insulina (Hamilton et al., 2018). El cromo en estado elemental, como Cr (0), es un metal denso ($7,19 \text{ g/cm}^3$), duro, brillante de color gris acerado, que se emplea en diversas aleaciones, entre ellas el acero (Shadreck & Mugadza, 2013; Ukhurebor et al., 2021; Zulfiqar et al., 2023). Los compuestos de cromo que se producen por la actividad humana principalmente se hallan en estado de oxidación hexavalente como Cr(VI), siendo sus compuestos tóxicos y carcinógenos por contacto, por ingestión y por inhalación (Hamilton et al., 2018; Ukhurebor et al., 2021). La peligrosidad del Cr (VI) es tal, que su límite de exposición en el lugar de trabajo es de $0,05 \text{ mg/m}^3$ de aire durante un período de 8 horas. A pesar que se piensa que el Cr (III) es inocuo, existen ciertas investigaciones que afirman que aún los compuestos de Cr (III) son genotóxicos (Hamilton et al., 2018). El cromo se emplea principalmente en las industrias metalúrgica y del curtido; en el primer caso, porque proporcionando a las aleaciones dureza y resistencia a la corrosión. También se les usa como aditivo en pintura de imprimación para refinación aeroespacial y automotriz, y en la producción de acero y aleaciones; por otra parte, en la industria del curtido, los compuestos de cromo trivalente son empleados en la curtiembre del cuero, pues inducen el entrecruzamiento de las fibras de colágeno, incrementando la resistencia del producto (Hamilton et al., 2018).

2.1.8. Efectos fisiológicos de los metales pesados

Los efectos fisiológicos de estos contaminantes se originan por su capacidad de reemplazar a otros metales que funcionan como cofactores en las enzimas, pueden provocar una amplia gama de cambios en la fisiología de los organismos, lo que

resulta en toxicidad. En seres humanos, se han documentado efectos perjudiciales que incluyen la interferencia con enzimas involucradas en la respiración celular y el control del sistema nervioso que regula la respiración, así como la disminución del funcionamiento del sistema nervioso central, daño a los componentes sanguíneos y lesiones en órganos como los pulmones, riñones, hígado, entre otros (Navarrete-Forero et al., 2019).

2.1.9. Contaminación por metales pesados en manglares

Los metales pesados son una de las principales preocupaciones en la contaminación de los ecosistemas acuáticos. Existen diversas investigaciones que informan sobre la contaminación de los manglares con metales pesados, como mercurio (Hg), plomo (Pb), cromo (Cr), níquel (Ni), cobre (Cu), hierro (Fe), zinc (Zn), además de metaloides como el arsénico y algunos iones asociados como el cianuro (CN⁻). Estas sustancias tienen su origen en actividades antrópicas, como la liberación de desechos industriales y domésticos, la minería e incluso por ciertos productos químicos empleados en la agricultura, la acuicultura y la ganadería, que pueden aportar pequeñas cantidades de metales que finalmente se bioacumulan en el sedimento y el agua (Analuddin et al., 2017; Cabral et al., 2016; Custodio et al., 2020; Navarrete-Forero et al., 2019; Sarker et al., 2023).

2.1.10. Cangrejo del manglar

Los cangrejos del manglar son crustáceos de la familia Ocypodidae y del género *Ucides*. Existen dos especies: *U. occidentalis* y *U. cordatus*. Los cangrejos *U. occidentalis* habitan las costas del Pacífico tropical de América desde Baja California (México) hasta Piura (Perú); por su parte, los cangrejos de la especie *Ucides cordatus*, se distribuyen en las costa americanas bañadas por el Océano Atlántico, habiéndose registrado por el norte desde EEUU en el estado de Florida y por el sur desde Brasil, específicamente en la zona de Santa Catarina (Brasil) (Alemán & Ordinola, 2017; Navarrete-Forero et al., 2019; Zambrano, 2017); ambas especies se encuentran en Colombia y Panamá, lugares en los cuales se ha reportado la presencia de híbridos de las mismas (Ewald, 2006).

U. occidentalis es de crecimiento lento, necesitando entre cuatro a cinco años para alcanzar una talla que permita comercializarlo, momento en el que también

puede reproducirse, pudiendo vivir hasta por 13 años (Lomas et al., 2009). Este cangrejo vive en refugios que excava en sedimentos fangosos y suaves en la zona intermareal (Solano, 2006).

El cangrejo del manglar, es el decápodo más capturado en la región de Tumbes, ha experimentado fluctuaciones en su volumen de desembarque a lo largo del tiempo, disminuyendo gradualmente desde más de 100 toneladas anuales en 1981 hasta un mínimo registrado en 1994 de 20 toneladas. Aunque, luego empezó a recuperarse y alcanzó aproximadamente 83,75 toneladas en 2000. A partir de esa fecha la captura se ha mantenido bastante constante (Inrena, 2007; Ordinola Zapata et al., 2020).

Para salvaguardar al cangrejo de la sobre explotación se han establecido dos períodos de veda anuales: el primero que empieza el 15 de enero y culmina el 28 de febrero, correspondiente a la veda reproductiva; y el segundo que empieza el 15 de agosto y termina el 30 de septiembre y que corresponde a la veda de muda. Otra medida de protección es que su extracción solo se considera legal cuando el cangrejo alcanza un ancho cefalotorácico mínimo de 65 mm (Ordinola et al., 2010).

2.1.11. Límites máximos permisibles para metales pesados

Debido a que la contaminación de alimentos, agua y sedimentos por metales pesados son un problema preocupante a nivel mundial, las autoridades nacionales e internacionales han fijado límites máximos permisibles (LMP) para diversos alimentos, entre ellos los crustáceos. En el ámbito de la legislación peruana, se ha promulgado la Resolución N° 057-2016-Sanipes-DE Organismo Nacional de Sanidad Pesquera [Sanipes], (2016) que fijó el LMP para mercurio, plomo y cadmio, para crustáceos; por otro lado, también se han establecido LMPs para mercurio, plomo y cadmio en las normas de la Unión Europea, Rusia, China y Brasil (Customs Union Commission [CU], 2011; Food and Drug Administration [FDA], 2022; National Health and Family Planning Commission [NHFPC] & China Food and Drug Administration [CFDA], 2018; Secretaria de Vigilância Sanitária, 1965). La normatividad nacional peruana no ha establecido LMP para el cromo en crustáceos; así como muchas entidades internacionales tampoco, con la excepción de China y Brasil (National Health and Family Planning Commission [NHFPC] & China Food

and Drug Administration [CFDA], 2018; Secretaria de Vigilância Sanitária, 1965). Los LMP se observan en la tabla 1; los establecidos en la normatividad peruana por el Organismo Nacional de Sanidad Pesquera (Sanipes, 2016)., coinciden con los establecidos por la Unión Europea y China (Customs Union Commission [CU], 2011; National Health and Family Planning Commission [NHFPC] & China Food and Drug Administration [CFDA], 2018). Estos LMP están entre los más bajos establecidos internacionalmente, con la excepción de Rusia en el caso del mercurio (0,20 ppm)(CU, 2011) y de Brasil (0,50 ppm para mercurio y 0,10 ppm para cromo) (Secretaria de Vigilância Sanitária, 1965).

Tabla 1.

Límites máximos permisibles (ppm) para mercurio, plomo, cadmio y cromo en crustáceos

Normatividad	Mercurio (Hg)	Plomo (Pb)	Cadmio (Cd)	Cromo (Cr)
<i>Nacional</i>				
Perú (Organismo Nacional de Sanidad Pesquera [Sanipes], 2016).	0,50	0,50	0,50	*---
<i>Internacional</i>				
Unión Europea (CE, 2023)	0,50	0,50	0,50	---
Estados Unidos (Food and Drug Administration [FDA], 2022)	1,00	---	---	---
Rusia (CU, 2011)	0,20	10,00	2,00	---
China (NHFPC & CFDA, 2018)	0,50	0,50	0,50	2,00
Brasil (Secretaria de Vigilância Sanitária, 1965)	0,05	8,00	1,00	0,10

* --- = Límites máximos permisibles (LMP) no establecidos en la respectiva norma

2.1.12. Antecedentes

Existen diversas investigaciones relacionadas con la contaminación por metales pesados en *Ucides occidentalis*, buena cantidad de ellas realizadas en la República del Ecuador, se pueden mencionar:

Ormaza-González et al. (2024) evaluaron el contenido de arsénico, cadmio, mercurio y plomo en sedimentos superficiales del Estero El Salado, en El Guayas (Ecuador) para lo cual recolectaron muestras de sedimentos en dicha zona y en una zona que serviría de valor de fondo (zona de El Morro, al sur del Estero El Salado), que es una zona prístina, a continuación calcularon el índice de geo acumulación (Igeo); encontrando que los niveles de estos contaminantes fueron de 2,3 mg/kg, 2,08 mg/kg, 0,12 mg/kg y 41.9 mg/kg respectivamente en el Estero El Salado y de 6,6 mg/kg, 0,22 mg/kg, 0,02 mg/kg y 7,9 mg/kg en El Morro. El Igeo fue de 1,7 para el arsénico, 2,7 para el cadmio, 2,0 para el mercurio y 1,8 para el plomo, evidenciando que el Estero El Salado es un estero moderadamente contaminado por arsénico, mercurio y plomo, pero moderada a fuertemente contaminado por cadmio.

Urdánigo et al. (2022), realizaron una investigación respecto al contenido de plomo, mercurio y cadmio en el tejido hepatopáncreático del cangrejo *U. occidentalis* en el refugio de vida silvestre Isla Corazón, en Manabí (Ecuador). Para determinar estas concentraciones, se utilizó la técnica de la espectroscopia de emisión óptica con plasma inductivamente acoplado (ICP-OES) con los métodos EPA 3015A y EPA 3051. Se aplicó el coeficiente de correlación de Pearson, así como el análisis de varianza y prueba de Tukey, para determinar si hubo asociación entre los niveles de tales metales y las variables físico-químicas del sedimento y agua. Encontrando que las concentraciones de cadmio estuvieron dentro del LMP, con valores entre 0,014 y 0,202 mg/kg, y las de mercurio entre 0,012 y 0,211 mg/kg. Sin embargo, las concentraciones de plomo en los meses de mayo, julio y agosto, superaron el LMP establecido en Europa por la entidad reguladora, la EFSA (Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria), registrando entre 0,671 y 4,093 mg/kg. Por otra parte, no se encontró que existiera correlación entre las variables físico-químicas y los niveles de cadmio, mercurio y plomo.

De Cock et al. (2021), analizaron los contenidos de Ni, Cu, Zn, Cr, As, Hg, Cd y Pb en hepatopáncreas, caparazón y carne blanca de *U. occidentalis*, así como en el sedimento y agua del manglar, y hojas de los árboles de mangle, en la Cuenca del Río Guayas y los manglares del Estuario del Guayas. Todos los metales con la excepción del zinc fueron determinados mediante ICP-MS Elan DRC-e, en tanto que el zinc fue analizado utilizando espectrometría de emisión óptica con plasma acoplado inductivamente (ICP-OES Vista-PRO). Como resultado se encontró que los niveles de Hg, Pb y Cr, superaron los LMP establecidos en la legislación, mientras que, en el caso del Cd, la mayor parte de las muestras del músculo del cangrejo tuvieron concentraciones por debajo de los LMP, pero no así en el caso de las muestras de hepatopáncreas, que en su mayoría superaron los LMP.

Sánchez (2017), analizó el contenido de arsénico y plomo en *U. occidentalis* comercializado en Cuenca (Ecuador). Se empleó espectrometría de absorción atómica para determinar los niveles de ambos contaminantes, luego se compararon sus valores con los estándares establecidos por la Unión Europea. Se encontró que, para el mes de julio, en el tejido blando de estos cangrejos el contenido de plomo en dos zonas evaluadas fue de 1,27 y 1,09 mg/kg, valores que superaron su LMP. Sin embargo, el resto de las muestras presentaron concentraciones por debajo del límite de cuantificación. Al evaluar el riesgo, se determinó que el plomo y el arsénico no representan un peligro para la salud debido a su baja frecuencia de consumo.

Chuquimarca (2015), determinó las variaciones en los contenidos de mercurio, plomo y cadmio en el tejido muscular de quelas y hepatopáncreas de *U. occidentalis*, en El Oro (Ecuador), específicamente en Puerto Hualtaco, Puerto Bolívar y Bajo Alto, evaluando adicionalmente diferencias de concentración según el sexo del cangrejo. Los contenidos de estos metales se establecieron con un espectrofotómetro Shimadzu AA 6300. Se observó que los niveles de los tres metales fueron estadísticamente diferentes entre ambos sexos, con la excepción del mercurio en quelípedos que fue la misma; las hembras mostraron mayor acumulación de plomo y cadmio en ambos tejidos; así como un mayor nivel de mercurio en hepatopáncreas. Los niveles promedio de plomo en los cangrejos fueron de 0,96 mg/kg en hepatopáncreas y 1,59 mg/kg en músculo; para el caso

del cadmio, de 0,08 mg/kg en hepatopáncreas y 0,10 mg/kg en músculo y para el caso del mercurio, de 1,47 mg/kg tanto en hepatopáncreas como en músculo. Los niveles observados de plomo y mercurio (pero no los de cadmio) superaron los LMP establecidos por la comunidad europea y colombiana, por lo que se concluyó que el consumo de cangrejos procedentes de estas localidades representa un riesgo para los consumidores.

Ayala-Armijos et al. (2015), estudiaron en el estero Huayla (Puerto Bolívar, Ecuador), el nivel de cromo, arsénico, plomo y mercurio en el tejido blando cefalotorácico del cangrejo *U. occidentalis*. Las muestras de tejido fueron sometidas a digestión ácida y luego se analizaron con espectrofotometría de absorción atómica. Las concentraciones halladas se compararon contra los LMP de la Unión Europea (UE). Los autores encontraron que el nivel de plomo en los tejidos blandos del cangrejo fue de 11,97 mg/kg, que fue más de 20 veces mayor que el LMP, que es de 0,5 mg/kg; en el caso del cromo, se halló un nivel de 7,68 mg/kg, siendo más de 75 veces mayor a su respectivo LMP (0,1 mg/kg); para el caso del arsénico se registró 32,32 mg/kg que fue más de 15 veces mayor a su respectivo LMP (2 mg/kg); y finalmente en el caso del mercurio, se halló en concentración de 140,10 mg/kg, que superó más de 280 veces al LMP de la UE (0,5 mg/kg). De lo que se dedujo que los cangrejos de la zona representan un peligro para los consumidores.

Siavichay (2013), investigó los niveles de cadmio y plomo en el tejido blando y el hepatopáncreas de *U. occidentalis* de la Reserva Ecológica Manglares Churute (Ecuador). El autor recolectó 45 ejemplares de cangrejos, de los que obtuvo muestras de tejido blando y de hepatopáncreas, los que se analizaron por espectrometría de absorción atómica para determinar la concentración de plomo y cadmio. Como resultado se encontró que los niveles de estos metales en el hepatopáncreas fueron 0,670 ppm para Cd y 0,625 ppm para Pb; en tanto que, en el tejido blando fueron 0,039 ppm para Cd y 0,323 ppm para Pb. Los niveles de Pb y Cd en hepatopáncreas, superaron ligeramente sus respectivos LMP establecidos para Europa (0,50 ppm).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Tipo y diseño de investigación

Esta investigación se enmarcó dentro del ámbito de la investigación básica, puesto que no pretendía resolver la problemática propuesta, sino solamente describirla y aportar la información para cubrir una brecha en el conocimiento, en este caso, los niveles de metales pesados en el cangrejo *U. occidentalis* en Tumbes.

La investigación fue no experimental, cuantitativa y descriptiva.

3.2. Población y muestra de estudio

La población objeto de estudio fueron los cangrejos del manglar *Ucides occidentalis* que habitaban en el manglar de Tumbes, Perú. La muestra consistió en al menos 200 ejemplares recolectados en cuatro zonas de muestreo a lo largo de un periodo de ocho meses. Se llevaron a cabo seis muestreos con una periodicidad de uno cada dos meses. Esto implicó la recolección de al menos 10 ejemplares de cangrejos por zona muestreada en cada muestreo. La muestra se obtuvo de manera aleatoria, capturando ejemplares en diversos puntos seleccionados al azar dentro de cada zona.

3.3. Lugar de recolección de las muestras.

La recolección se realizó en cuatro zonas designadas, de las cuales una fue una zona protegida y las otras tres no fueron protegidas. Las zonas de muestreo fueron:

Zona 1: Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes (SNLMT)(área protegida).

Zona 2: El Bendito.

Zona 3: Puerto Pizarro.

Zona 4: Manglar cercano a la boca del río Tumbes.

Los puntos de muestreo se presentaron en la figura 1.

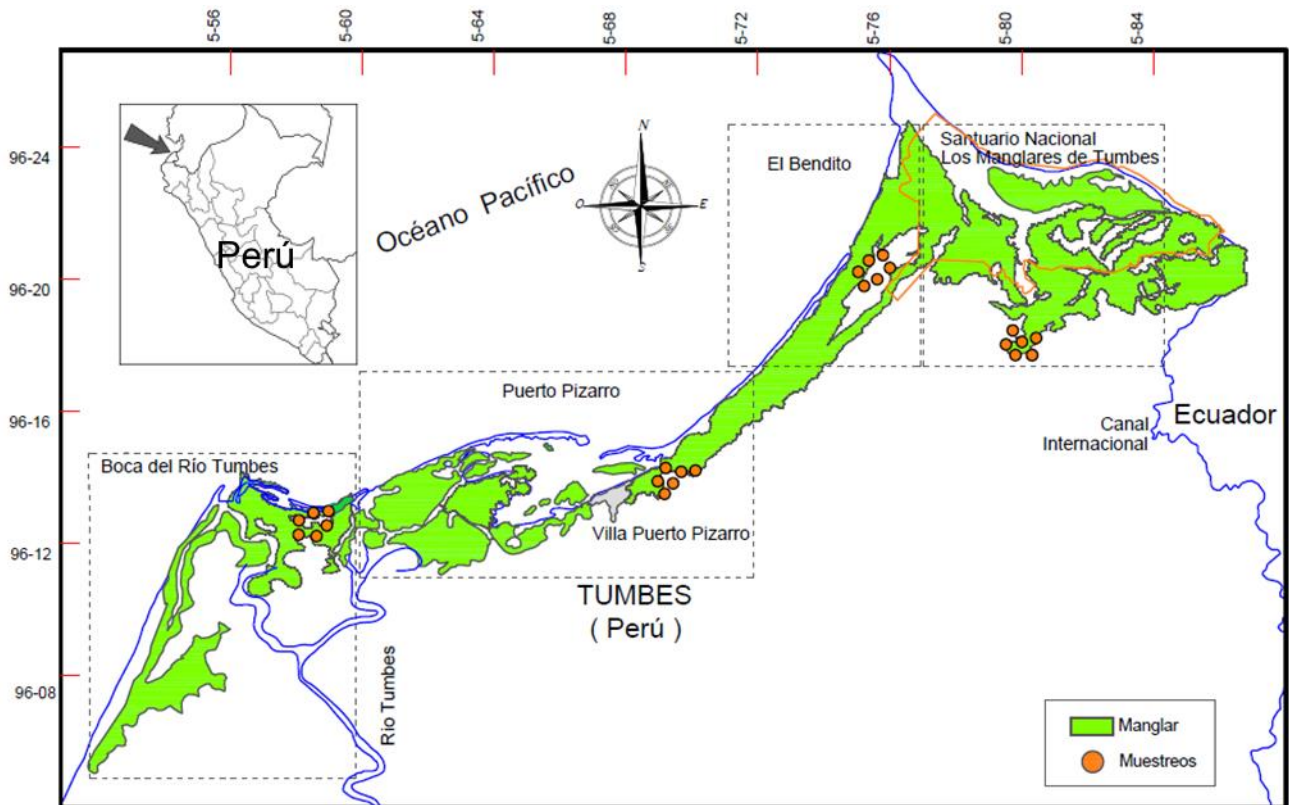


Figura 1. Zonas de recolección de cangrejos del manglar en Tumbes.

3.4. Recolección de cangrejos del manglar

Se recolectaron al menos 10 ejemplares, de talla comercial, por cada zona de muestreo. La recolección fue realizada por un extractor experimentado. Los cangrejos fueron transportados vivos en una bolsa de malla, dentro de una caja isotérmica (*cooler*) para protegerlos del sol y la desecación. El transporte se realizó en una camioneta, que llevó las muestras al Laboratorio de Microcultivos de la FIPCM.

3.5. Recolección de muestras de sustrato

La recolección de la muestra se realizó conforme al protocolo alcanzado por la empresa que realizó los análisis de metales pesados. En breve, se tomaron muestras del sedimento recogiendo con un cucharón de madera el sedimento de la zona de muestreo y colocándolo en una bolsa ziplock debidamente rotulada. En el

proceso de recolección de la muestra de sedimento se utilizaron guantes para no contaminar la muestra. Una vez que las muestras estuvieron colocadas en las bolsas, se depositaron en un *cooler* con hielo para su transporte hasta el laboratorio, donde fueron conservadas en refrigeración. También se tomó muestra de sedimento para realizar la determinación de sus características físicas y químicas, entre ellas: pH, contenido de arcillas y materia orgánica.

3.6. Recolección de muestras de agua

La colecta de la muestra, se hizo según las instrucciones de la empresa que proveyó el servicio de análisis de metales pesados. Se recogió un litro de agua, de cada punto de muestreo, en botellas plásticas enviadas por la empresa, quien garantizó que las mismas hubieran sido tratadas por 24 h con solución al 10% de ácido nítrico y enjuagadas con agua destilada). En el lugar de muestreo, las botellas fueron enjuagadas varias veces con agua del sitio de recolección, luego se agregó ácido nítrico concentrado (68%) hasta alcanzar un pH de 2. Las muestras se mantuvieron refrigeradas hasta su análisis.

Se registraron el contenido de oxígeno disuelto, la temperatura, la salinidad, el pH y la conductividad eléctrica del agua en el lugar de colecta.

3.7. Análisis del contenido de metales pesados en *Ucides occidentalis*

Se contrataron los servicios de la empresa Analytica Perú S.A.C., que brinda ensayos acreditado por Inacal, ubicada en la ciudad de Lima, especializada en la determinación de la concentración de metales pesados: mercurio (Hg), plomo (Pb), cadmio (Cd) y cromo (Cr), mediante espectrometría de masas con plasma de acoplamiento inductivo (ICP-MS) con un equipo marca Agilent Technologies modelo series 7700 ICP-MS. Se siguieron los procedimientos establecidos por la empresa contratada para la obtención y envío de la muestra, entre los cuales se precisaba obtener 150 g del tejido blando del cangrejo, colocarlo en una bolsa *ziplock* y enviarlo en una caja isotérmica con abundante *gelpack*.

Una vez en la empresa, la muestra fue digerida con ácido nítrico por 10 min a 180 °C, se centrifugó y filtró antes de pasar a su análisis mediante espectrometría de masas con plasma de acoplamiento inductivo (ICP-MS), en el cual se realizó

una lectura de calibración y se tuvieron soluciones patrón y blanco, que fueron utilizadas en cada lectura para evitar el efecto de memoria en las lecturas de los niveles de metales.

3.8. Análisis del contenido de metales pesados en sedimento

El mismo laboratorio contratado para el análisis de metales pesados en cangrejos, realizó los análisis del contenido de Hg, Pb, Cd y Cr en sedimentos y agua. Se siguieron los procedimientos establecidos por la empresa para la obtención y envío de la muestra. Una vez en el laboratorio de la empresa contratada, la muestra de sedimento fue digerida con ácido nítrico por 10 min a 180 °C, se centrifugó y filtró antes de pasar a su análisis mediante ICP-MS, en el cual se realizó una lectura de calibración y se tuvieron soluciones patrón y blanco, que fueron utilizadas en cada lectura para evitar el efecto de memoria en las lecturas de los niveles de metales.

3.9. Análisis del contenido de metales pesados en agua

Luego de que la muestra fue recepcionada por el laboratorio de la empresa contratada, se verificó si la muestra de agua estaba muy turbia. De ser así, se centrifugó para reducir la cantidad de sólidos suspendidos; a continuación, fue filtrada con filtro de membrana de 0,45 µm.

La muestra fue digerida con ácido nítrico a pH < 2 y se almacenó a 4 °C hasta el momento de su análisis. La determinación del contenido de los metales pesados se hizo con ICP-MS, previa lectura de calibración y se tuvieron soluciones patrón y blanco, que fueron utilizadas en cada lectura para evitar el efecto de memoria; antes y después de evaluar los niveles de metales de las muestras.

3.10. Concentración de metales pesados en agua respecto a sus respectivos estándares de calidad ambiental (ECA)

Se compararon los niveles de metales pesados contra los ECA establecidos en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM (Ministerio del Ambiente [Minam], 2017), específicamente para las aguas de la categoría 4: Conservación del ambiente acuático, en la subcategoría E3: Ecosistemas costeros y marinos, que comprende a los manglares; los valores para los metales que se investigaron (Cd, Pb, Cr y Hg) se detallaron en la tabla 2.

Tabla 2.

Límites máximos permisibles para Cd, Pb, Hg y Cr para agua de manglares (Categoría 4, subcategoría E3 del DS N° 004-2017-MINAM)

Metal pesado	LMP (mg/l)
Cadmio	0,0088
Plomo	0,0081
Mercurio	0,0001
Cromo	0,0500

3.11. Plan de procesamiento y análisis de datos

Los resultados de las evaluaciones previamente mencionadas se registraron en una base de datos de Excel, y fueron analizados utilizando un software estadístico gratuito (software R). Se organizó la información en tablas y gráficos para facilitar su interpretación, con el propósito de visualizar la evolución de las variables a lo largo del tiempo y permitir comparaciones entre los cuatro puntos de muestreo. En aquellos casos en que fue posible, se llevaron a cabo análisis estadísticos para determinar si existían diferencias significativas respecto al tiempo y a los puntos de muestreo. Estos análisis se realizaron mediante pruebas de varianza y test de Duncan, estableciendo un nivel de significancia de $\alpha = 5\%$.

Además, se procedió a verificar si las variables evaluadas superaron los LMP correspondientes establecidos en la normatividad nacional e internacional. También se llevó a cabo un análisis de componentes principales (PCA) que permitió determinar cuál o cuáles de las variables ambientales, tanto de agua como de sedimento, tenían una mayor correlación con los niveles observados de metales pesados en las matrices evaluadas, para lo cual se empleó el software Jamovi 2.3.28.0 con sus módulos: Factor y snowCluster. El PCA se realizó con el método de rotación Varimax, con un número de componentes determinado automáticamente mediante valores propios > 1 , carga de factores por defecto (ocultar pesos $< 0,3$). Se comprobaron supuestos mediante la prueba de esfericidad de Bartlett y se midió la idoneidad del muestreo de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO),

asumiendo como punto límite mínimo 0,6. En el análisis no se incluyó la variable concentración de mercurio en tejidos pues sus valores fueron constantes y consecuentemente su varianza fue cero, lo cual impidió su análisis como parte del PCA.

El análisis de PCA se realizó de manera iterativa, retirando aquellas variables que tuvieran menor medida de adecuación muestral (*measure of sample adequacy* o MSA), hasta obtener un valor de KMO > 0,6; de esa manera se retiraron del PCA las variables: concentración de cromo, cadmio y plomo en tejidos, así como cadmio en sedimentos y plomo en agua.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Parámetros fisicoquímicos del agua en zonas de muestreo

La tabla 3 presenta los parámetros físico-químicos del agua registrados entre diciembre de 2023 y octubre de 2024 en cuatro zonas del manglar de Tumbes: Santuario Nacional de los Manglares de Tumbes (SNLMT), El Bendito, Puerto Pizarro y Boca del río Tumbes. Las temperaturas más altas se registraron entre diciembre y marzo (30,68 °C y 31,44 °C) en SNLMT y Puerto Pizarro, mientras que las más bajas ocurrieron entre junio y octubre (25,14 °C y 25,60 °C), también en Puerto Pizarro. El pH se mantuvo relativamente estable, con ligeras variaciones entre valores ácidos y alcalinos. Los sólidos totales disueltos variaron entre 16,50 y 25,18 ppm, con los valores más altos en SNLMT y El Bendito. La salinidad fue mayor en zonas costeras (22,40 ‰ y 36,39 ‰), disminuyendo en Boca del Río Tumbes (9,18 ‰ y 34,09 ‰) debido a la influencia fluvial, especialmente en los primeros meses. El oxígeno disuelto mostró niveles bajos o nulos durante el invierno (0 ppm y 4,28 ppm). La turbidez fue altamente variable, con máximos en Boca del Río Tumbes y SNLMT (80,90 FNU y 84,60 FNU), y un mínimo en El Bendito (3,60 FNU), posiblemente asociados a lluvias, escorrentías o actividad antrópica.

Los parámetros físico químicos se encontraron en valores habituales, registrados en el manglar, como se evidencia por ejemplo en la temperatura promedio registrada en Puerto Pizarro que para este estudio fue de 28,1 °C siendo similar a lo encontrado en otros estudios como el de Montero (2019) y Morán & Hidalgo (2016), que registraron 27,2 °C y 28,5 °C respectivamente.

Caso similar se observa en la salinidad en Puerto Pizarro, que en este estudio fue de 33,9 ‰ y en el estudio de Montero (2019) de 32,8 ‰. Por otro lado, en el caso del pH, también se obtuvo un valor promedio de 7,6 que fue similar al reportado por Morán & Hidalgo (2016) que fue de 7,8. Lo que evidencia que los parámetros en general fueron típicos para la zona de muestreo.

Tabla 3.

Características físico-químicas del agua.

Muestreo	Zona	Fecha	Temperatura (°C)	pH	Sólidos totales disueltos (ppm)	Salinidad (‰)	Oxígeno disuelto (ppm)	Turbidez (FNU)
1	SNLMT	2023/12/15	28,84	7,85	23750	33,88	2,12	13,50
		2024/03/10	31,44	8,46	16500	22,40	3,64	80,90
		2024/04/21	28,81	7,96	18740	25,99	0,00	67,70
		2024/06/22	26,93	7,75	23220	33,21	1,81	37,50
		2024/08/03	26,59	7,76	24360	35,08	1,10	34,70
		2024/10/20	26,30	7,69	24940	36,05	3,47	71,60
2	El Bendito	2023/12/15	30,23	7,48	25180	36,05	1,27	28,70
		2024/03/10	29,18	7,60	19460	27,09	1,34	32,80
		2024/04/21	29,54	8,22	23180	32,91	2,36	21,80
		2024/06/22	25,60	7,47	23730	34,14	0,22	3,60
		2024/08/03	25,14	7,47	24840	35,99	0,00	46,50
		2024/10/20	25,03	7,55	24480	35,42	2,85	5,00
3	Puerto Pizarro	2023/12/16	30,68	7,75	26300	37,84	3,02	29,40
		2024/03/09	30,39	7,47	19380	26,87	2,09	27,50
		2024/04/22	29,03	7,57	23530	33,51	1,77	18,50
		2024/06/23	26,20	7,70	23020	32,95	1,35	20,70
		2024/08/04	26,46	7,60	24680	35,60	0,54	15,90
		2024/10/19	26,23	7,54	25150	36,39	2,99	51,70
4	Boca del río Tumbes	2023/12/16	28,56	7,71	7256	9,18	2,77	84,60
		2024/03/09	29,08	7,52	8520	10,91	2,07	74,10
		2024/04/22	28,14	8,03	17270	23,78	4,28	36,90
		2024/06/23	25,74	7,46	23290	33,42	2,04	179,60
		2024/08/04	25,37	7,65	20390	28,83	0,37	62,50
		2024/10/19	25,21	7,78	23680	34,09	3,41	79,20

4.2. Concentración de mercurio en tejidos de *Ucides occidentalis*

La figura 2 muestra las concentraciones de mercurio en tejido de *Ucides occidentalis* recolectado en distintos puntos del SNLMT, además, zonas no protegidas como Boca del río Tumbes, Puerto Pizarro y El Bendito, mostrando en los círculos blancos que indican los niveles por debajo del límite de detección (< LD).

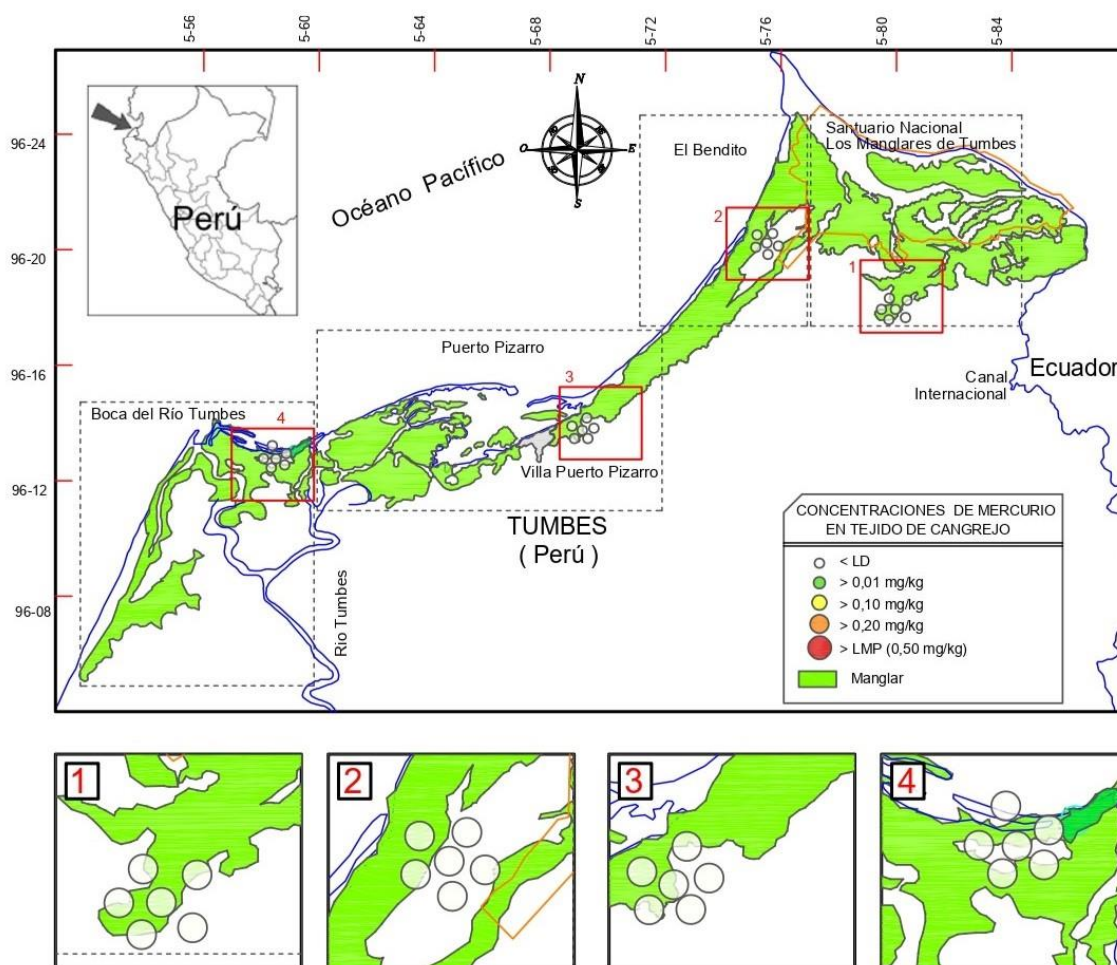


Figura 2. Concentración de mercurio en tejidos de cangrejo del manglar en las zonas de muestreo.

Los resultados obtenidos en los cuatro puntos de muestreo indican concentraciones de mercurio en tejidos de *Ucides occidentalis* inferiores a <math>< 0,0159 \text{ mg/kg}</math>, lo que sugiere que los niveles se encuentran por debajo del límite de detección (<math>< LD</math>). Esta baja concentración evidencia una limitada bioacumulación de mercurio en los organismos evaluados dentro del SNLMT y en las zonas no protegidas. Además, al no superar el límite máximo permisible (0,50 mg/kg).

Si bien no se ha tenido niveles detectables de este metal (<math>< 0,0159 \text{ mg/kg}</math>) en los tejidos del cangrejo, sin embargo, en los estudios realizados en sedimento y agua si se ha detectado mercurio, la razón por la cual los niveles de mercurio fueron indetectables, puede deberse a que este metal se podría acumular en el

exoesqueleto y eliminarse durante el proceso de muda, como lo han reportado Wilman et al. (2024).

4.3. Concentración de plomo en tejidos de *Ucides occidentalis*

La figura 3 presenta las concentraciones de plomo en *Ucides occidentalis* en la zona protegida SNLMT, incluyendo zona no protegida como Puerto Pizarro, El Bendo y Boca del Río Tumbes. Mostrando que en la mayoría de zonas estuvieron por debajo del límite de detección (<LD), a excepción de un punto de la zona de muestreo en el SNLMT que excedió el LMP (0,50 mg/kg).

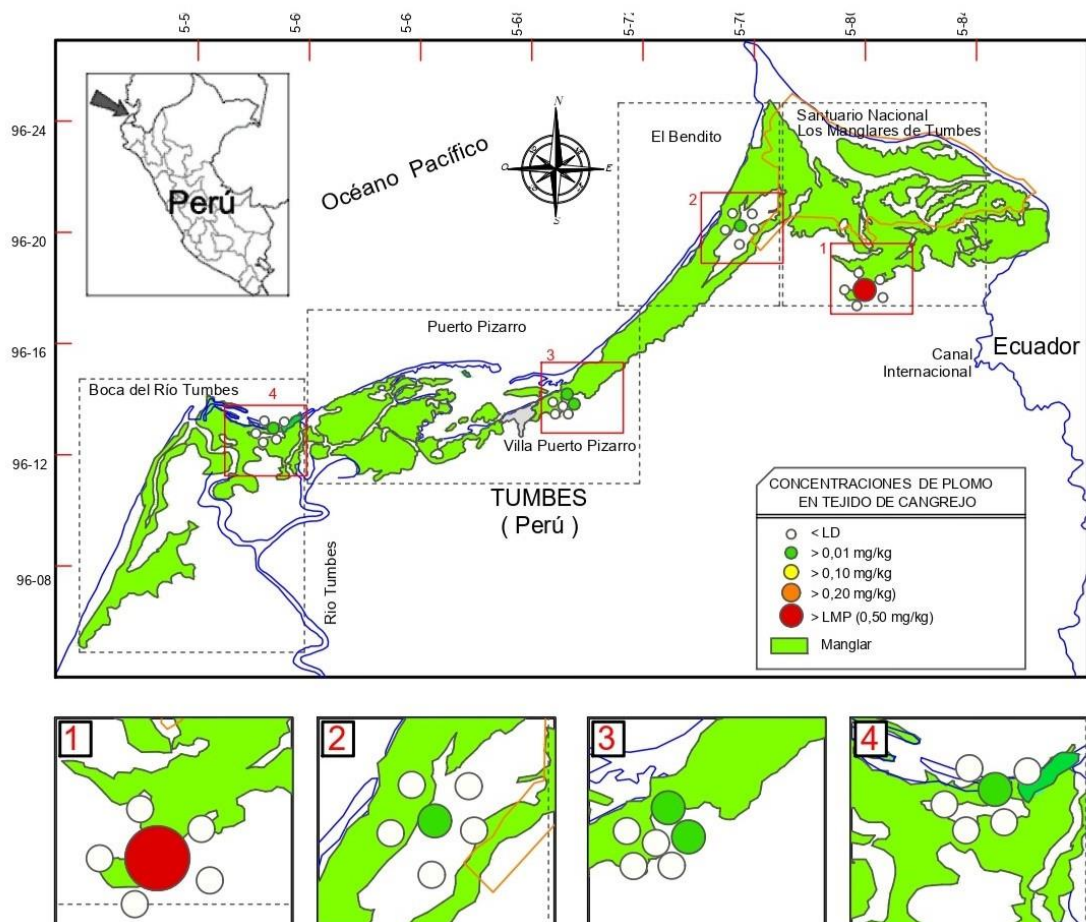


Figura 3. Concentración de plomo en tejidos de *Ucides occidentalis* en las zonas de muestreo.

La tabla 4 presenta las concentraciones de plomo registradas en los distintos puntos de muestreo. El valor más elevado se detectó en la zona SNLMT, con una concentración de 0,8697 mg/kg, mínima <0,0141 mg/kg, promedio de 0,1567 mg/kg

y una desviación estándar de 0,3493 mg/kg, considerablemente superior a los máximos observados en las zonas no protegidas, teniendo un promedio consolidado de 0,0600 mg/kg más una desviación estándar de 0,1740 mg/kg.

Tabla 4.

Concentraciones de plomo en tejido de cangrejo del manglar.

Tipo de zona	Zona	Mínimo (mg/kg)	Máximo (mg/kg)	Promedio (mg/kg)	Desviación estándar (mg/kg)
Protegida	SNLMT	<0,0141	0,8697	0,1567	0,3493
No protegida	El Bendito	<0,0141	0,0906	0,0269	0,0312
	Puerto Pizarro	<0,0141	0,0972	0,0327	0,0336
	Boca del Río Tumbes	<0,0141	0,0446	0,0239	0,0152
	Consolidado	<0,0141	0,8697	0,0600	0,1740

Si bien los niveles de plomo estuvieron por debajo del LMP correspondiente, una muestra (4,2%) tomada en el SNLMT, presentó una concentración de 0,8697 mg/kg superando el límite. Nuevamente los cangrejos no han bioacumulado plomo, probablemente por su capacidad de eliminar los metales pesados cuando desechan su exoesqueleto durante la muda, pues Wilman et al. (2024) han reportado que metales pesados son eliminados en el exoesqueleto de cangrejos de manoplas chinos (*Eriocheir sinensis*). Sin embargo, puesto que una muestra registró un valor alto de plomo en un punto del SNLMT, esto puede atribuirse al ingreso de este metal pesado en las aguas del canal internacional como ha sido reportado por Carrión-Paladines et al. (2025).

4.4. Concentración de cadmio en tejidos de *Ucides occidentalis*

La figura 4 presenta las concentraciones de cadmio en *Ucides occidentalis* en la zona protegida SNLMT, incluyendo zona no protegida como Puerto Pizarro, El Bendito, Boca del Río Tumbes. Se observa que en general no se detectó cadmio en tejidos de cangrejo de las zonas de muestreo, con la excepción de la zona de El Bendito en que dos muestras registraron cadmio, una de ellas incluso superó el LMP de 0,50 mg/kg.

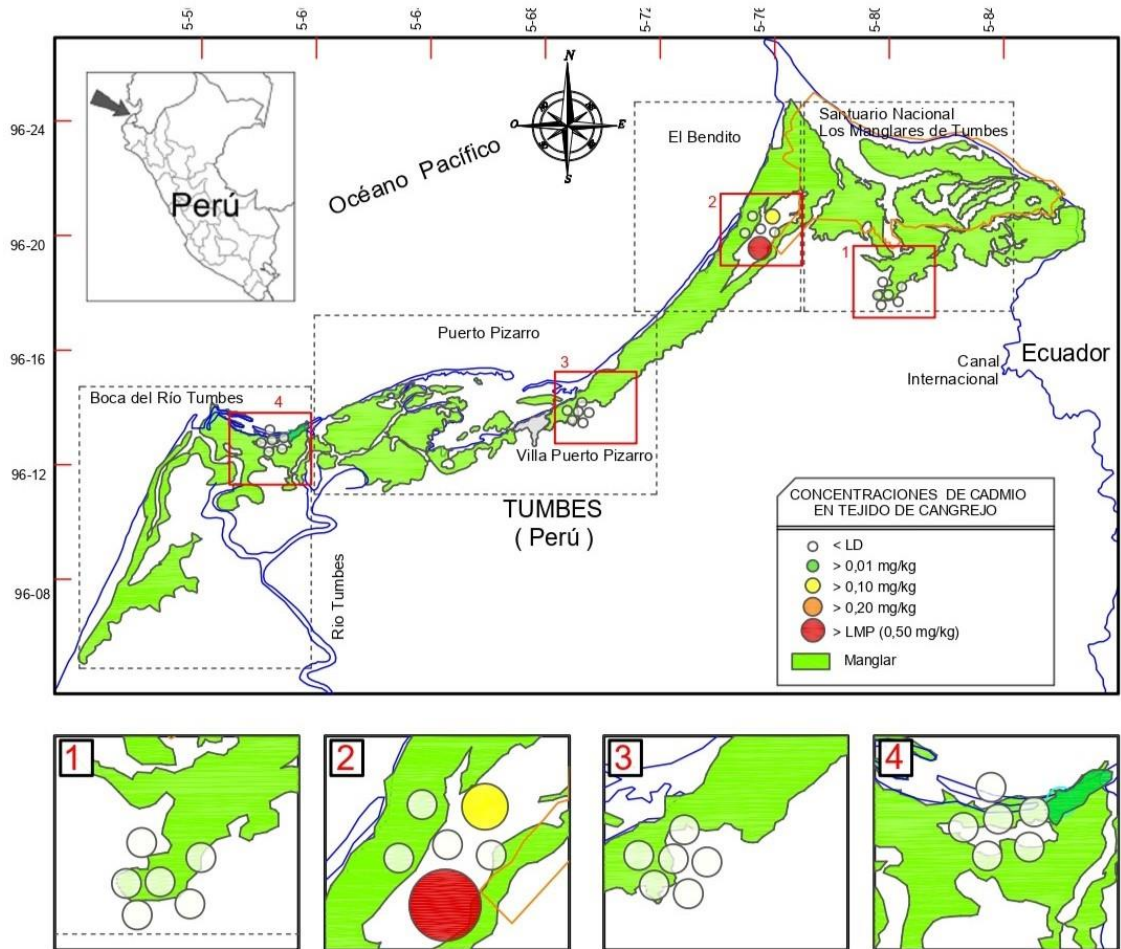


Figura 4. Concentración de cadmio en tejidos de *Ucides occidentalis* en las zonas de muestreo.

La tabla 5 muestra las concentraciones de cadmio registradas en los distintos puntos de muestreo, El valor más elevado se detectó en la zona El Bendito, con una concentración de 0,5609 mg/kg, mínima <0,0308 mg/kg, promedio de 0,1348 mg/kg y una desviación estándar de 0,2121 mg/kg, considerablemente superior a los máximos observados en las zonas no protegidas. Se obtuvo un promedio consolidado de 0,0568 mg/kg más una desviación estándar de 0,1091 mg/kg.

Tabla 5.***Concentraciones de cadmio en tejido de cangrejo del manglar.***

Tipo de zona	Zona	Mínimo (mg/kg)	Máximo (mg/kg)	Promedio (mg/kg)	Desviación estándar (mg/kg)
Protegida	SNLMT	<0,0308	<0,0308	0,0308	0
No protegida	El Bendito	<0,0308	0,5609	0,1348	0,2121
	Puerto Pizarro	<0,0308	<0,0308	0,0308	0
	Boca del Río Tumbes	<0,0308	<0,0308	0,0308	0
	Consolidado	<0,0308	0,5609	0,0568	0,1091

Respecto a la muestra de la zona de El Bendito, que excedió al LMP de cadmio, la razón para tal valor elevado podría ser que en ese lugar se practican actividades antrópicas como la acuicultura, además que en esta se halla un pueblo, los que según Hama et al. (2023) y Saravanan et al. (2024) pueden contribuir al incremento de cadmio en el ambiente.

4.5. Concentración de cromo en tejidos de *Ucides occidentalis*

La figura 5 muestra las concentraciones de cromo en *Ucides occidentalis* en distintas zonas de manglar de Tumbes, incluyendo tanto áreas protegidas como el SNLMT, como zonas no protegidas: Puerto Pizarro, El Bendito y Boca del Río Tumbes. En todas las zonas evaluadas predominan concentraciones indetectables, así como concentraciones >0,01 mg/kg, y en la zona SNLMT registró una concentración de >0,20 mg/kg.

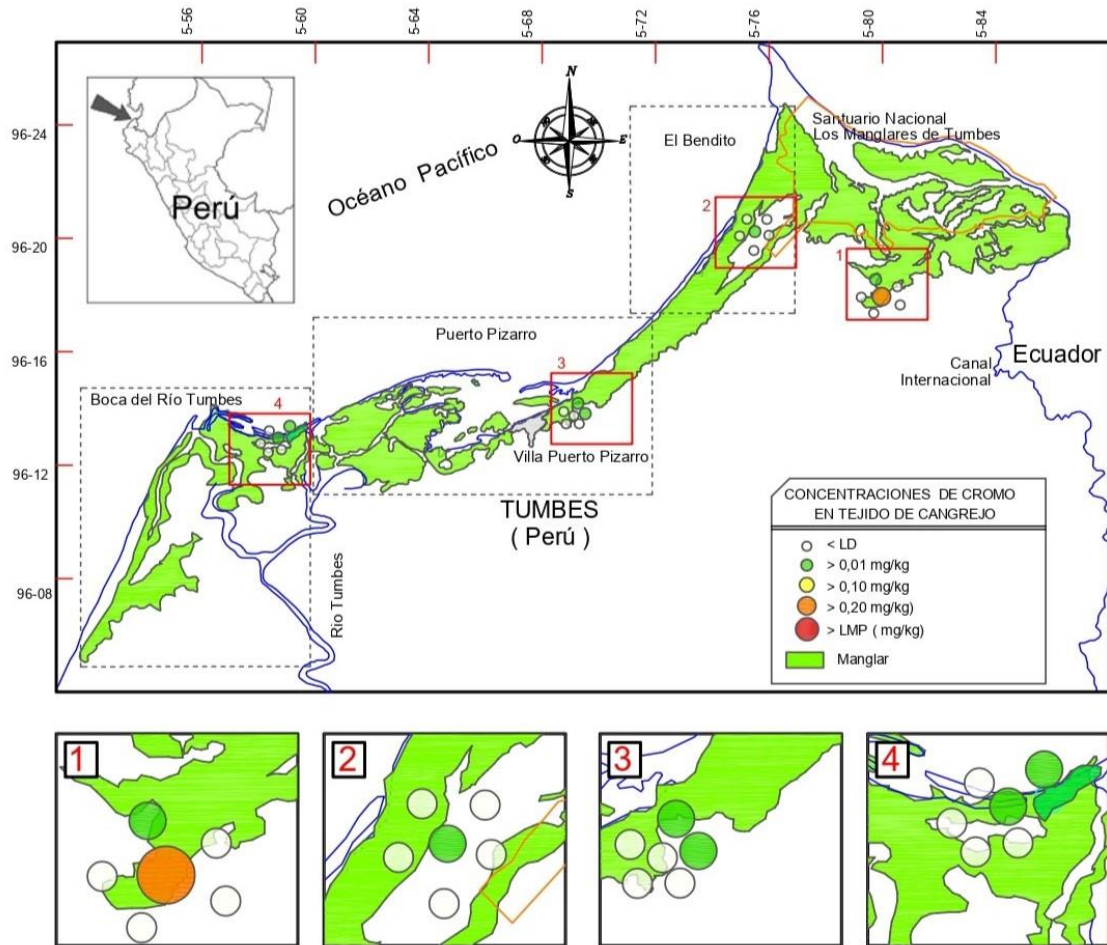


Figura 5. Concentración de cromo en tejidos de *Ucides occidentalis* en las zonas de muestreo.

La tabla 6 muestra las concentraciones de cromo registradas en los distintos puntos de muestreo. El valor más elevado se detectó en la zona SNLMT, con una concentración de 0,2207 mg/kg, mínima <0,0198mg/kg, promedio de 0,0599 mg/kg y una desviación estándar de 0,0804, considerablemente superior a los máximos observados en las zonas no protegidas y en sectores más alejados como El Bendito, Puerto Pizarro, Boca del Río Tumbes predominan concentraciones bajas (<0,0198 mg/kg). Se obtuvo un promedio consolidado de 0,0394 mg/kg más una desviación estándar de 0,0438 mg/kg.

Tabla 6.**Concentraciones de cromo en tejido de cangrejo del manglar.**

Tipo de zona	Zona	Mínimo (mg/kg)	Máximo (mg/kg)	Promedio (mg/kg)	Desviación estándar (mg/kg)
Protegida	SNLMT	<0,0198	0,2207	0,0599	0,0804
No protegida	El Bendito	<0,0198	0,0594	0,0264	0,0162
	Puerto Pizarro	<0,0198	0,0913	0,0383	0,0304
	Boca del Río Tumbes	<0,0198	0,0594	0,0330	0,0204
	Consolidado	<0,0198	0,2207	0,0394	0,0438

En los tejidos del cangrejo 17 de las 24 muestras tuvieron niveles indetectables de cromo total; sin embargo en 7 si se detectaron aunque en niveles que no superaron su LMP; si bien no se han encontrado publicaciones que reporten este contaminante en tejidos de *U. occidentalis*, pero si existen para otras especies que comparten el mismo ecosistema como en conchas negras que registraron entre 3,89 mg/kg a 3,98 mg/kg en la provincia de El Oro (Ecuador) (Tamayo, 2021), estos organismos tuvieron niveles más altos de cromo que los cangrejos lo cual podría explicarse debido a que los cangrejos podrían eliminarlos durante la muda como precisa Wilman et al. (2024).

4.6. Concentración de mercurio en agua

La figura 6 muestra las concentraciones de mercurio en agua en distintas zonas de manglar de Tumbes, incluyendo tanto áreas protegidas como el SNLMT, como zonas no protegidas: Puerto Pizarro, El Bendito y Boca del Río Tumbes. En la mayoría de zonas evaluadas predominaron las concentraciones indetectables, pero en nueve de ellas fueron elevadas superando su ECA (0,0001 mg/l).

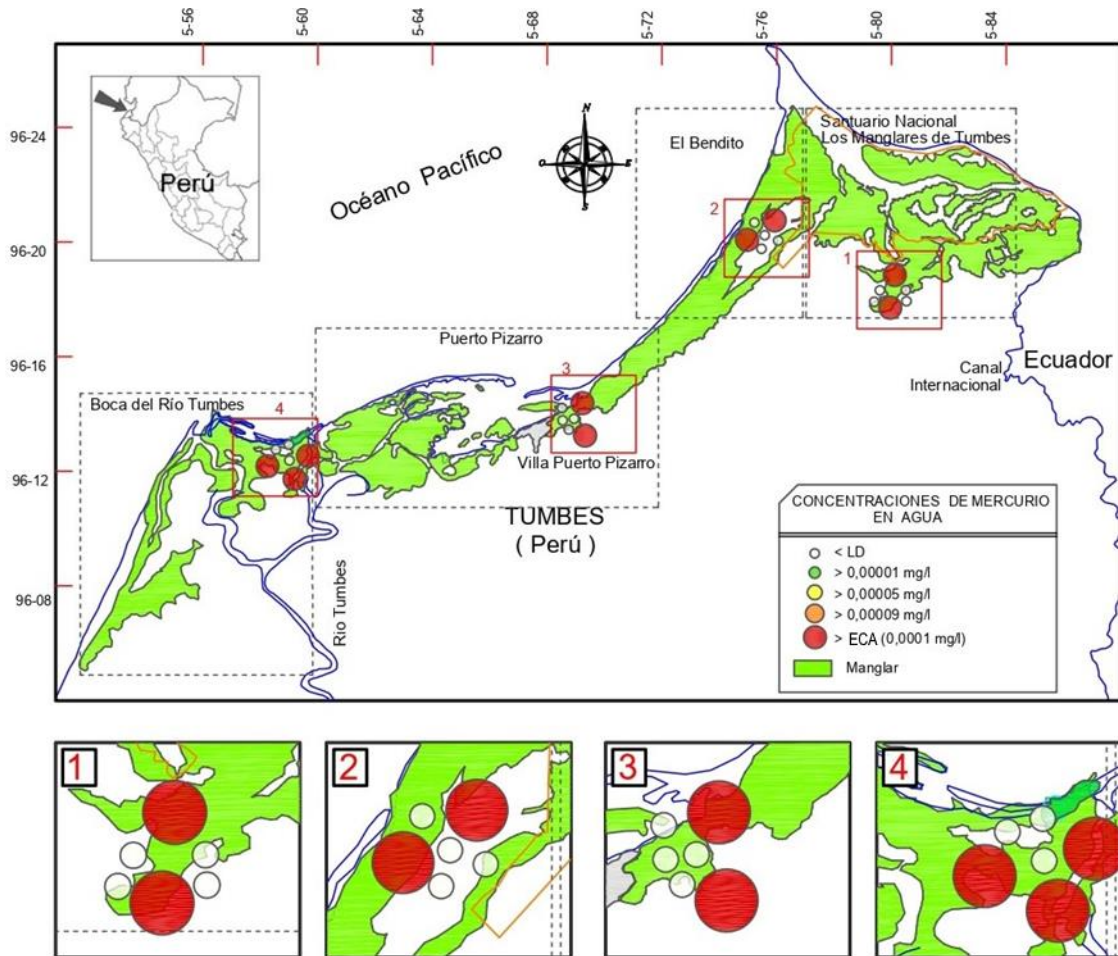


Figura 6. Concentración de mercurio en agua de las zonas de muestreo.

La tabla 7 presenta los niveles de concentración de mercurio en zonas protegidas y no protegidas. En la zona protegida (SNLMT), se observa un valor promedio moderado (0,0003 mg/l), mientras que, entre las zonas no protegidas, Puerto Pizarro destaca con el promedio y el valor máximo más altos (0,0005 mg/l y 0,00237 mg/l, respectivamente). Aunque otras zonas no protegidas como El Bendito y Boca del Río Tumbes muestran concentraciones similares o incluso menores que la zona protegida, el promedio y desviación estándar consolidado de las zonas es ligeramente inferior (0,0004 mg/l y 0,0005 mg/l).

Tabla 7.**Concentraciones de mercurio en agua.**

Tipo de zona	Zona	Mínimo (mg/l)	Máximo (mg/l)	Promedio (mg/l)	Desviación estándar (mg/l)
Protegida	SNLMT	< 0,00007	0,00087	0,0003	0,0004
No protegida	El Bendito	< 0,00007	0,00073	0,0003	0,0003
	Puerto Pizarro	< 0,00007	0,00237	0,0005	0,0009
	Boca del Río Tumbes	< 0,00007	0,00087	0,0003	0,0003
	Consolidado	< 0,00007	0,00237	0,0004	0,0005

En la Boca del río Tumbes se tuvo la mayor cantidad de muestras de agua que superaron su ECA (50%); esto indica que el mercurio llega al manglar a través del agua del río, y luego se distribuye al resto del ecosistema por el reflujos de las mareas. Si bien se pensaba que en el SNLMT los niveles de mercurio serían más bajos por hallarse más lejos de la Boca del río Tumbes, sin embargo, se encontraron dos muestras que superaron el ECA, esto posiblemente porque en el SNLMT desembocan las aguas del río Zarumilla y Canal Internacional que transportan contaminantes de cultivo agrícolas, acuícolas y efluentes urbanos (Carrión-Paladines et al., 2025).

4.7. Concentración de plomo en agua

La figura 7 muestra las concentraciones de plomo en el agua en diferentes zonas de manglar de Tumbes. En general, en todas las zonas evaluadas predominan las concentraciones por debajo del límite de detección. Sin embargo, se registraron concentraciones superiores a 0,0001 mg/l en las zonas de SNLMT, Puerto Pizarro y Boca del Río Tumbes, alcanzando niveles >0,0010 mg/l. Cabe destacar que en la zona de Boca del Río Tumbes se identificó un punto donde la concentración de plomo superó el límite permisible de 0,0081 mg/l.

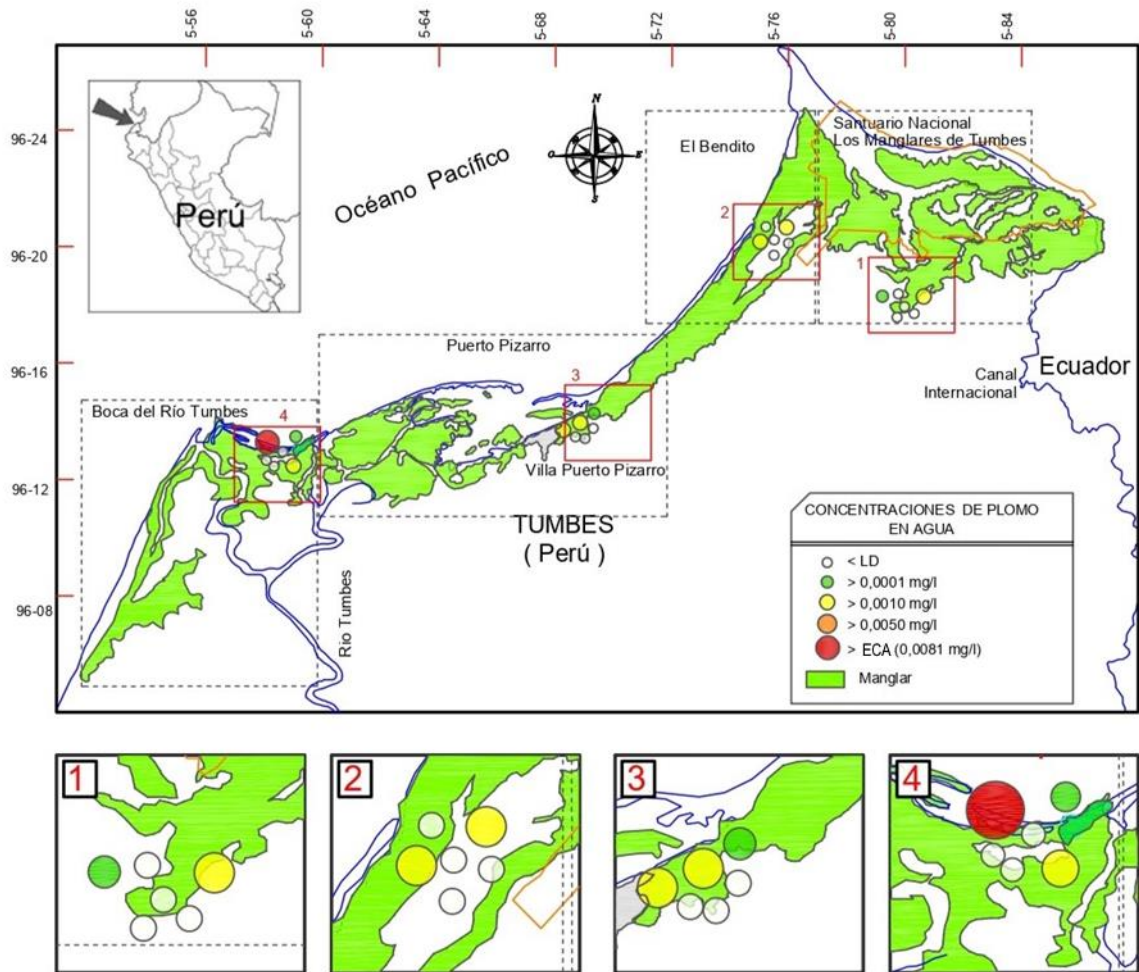


Figura 7. Concentración de plomo en agua de las zonas de muestreo.

La tabla 8 muestra las concentraciones de plomo en agua en distintas zonas de manglar de Tumbes, diferenciando entre zonas protegidas y no protegidas. En todas las zonas, los valores mínimos están por debajo del límite de detección (<0,00005 mg/l), lo que indica una alta proporción de muestras sin plomo detectable. No obstante, se observaron valores máximos, especialmente en la zona no protegida de Boca del Río Tumbes, donde se registró una concentración máxima de 0,04230 mg/l, muy por encima del límite permisible de 0,0081 mg/l. En comparación, la zona protegida de SNLMT presentó un valor máximo significativamente menor (0,00179 mg/l). Los promedios y desviaciones estándar son similares entre todas las zonas (promedio alrededor de 0,0032 mg/l y desviación estándar 0,0085 mg/l).

Tabla 8.***Concentraciones de plomo en agua de diferentes zonas de muestreo.***

Tipo de zona	Zona	Mínimo (mg/l)	Máximo (mg/l)	Promedio (mg/l)	Desviación estándar (mg/l)
Protegida	SNLMT	< 0,00005	0,00179	0,0011	0,0010
No protegida	El Bendito	< 0,00005	0,00126	0,0011	0,0009
	Puerto Pizarro	< 0,00005	0,00358	0,0016	0,0013
	Boca del Río Tumbes	< 0,00005	0,04230	0,0089	0,0165
	Consolidado	< 0,00005	0,04230	0,0032	0,0085

La presencia de plomo en algunas muestras de agua es compatible con lo reportado en otras investigaciones que registraron plomo en aguas del río Tumbes como las realizadas por Gavilanez (2016) y García et al. (2022), lo que indicaría que este contaminante habría llegado al manglar por el agua del río Tumbes.

4.8. Concentración de cadmio en agua

La figura 8 muestra las concentraciones de plomo en el agua en diferentes zonas de manglar de Tumbes. Todas las zonas evaluadas predominan las concentraciones por debajo del límite de detección (LD). Sin embargo, se registraron concentraciones superiores a 0,0001 mg/l en todas las zonas de muestreo.

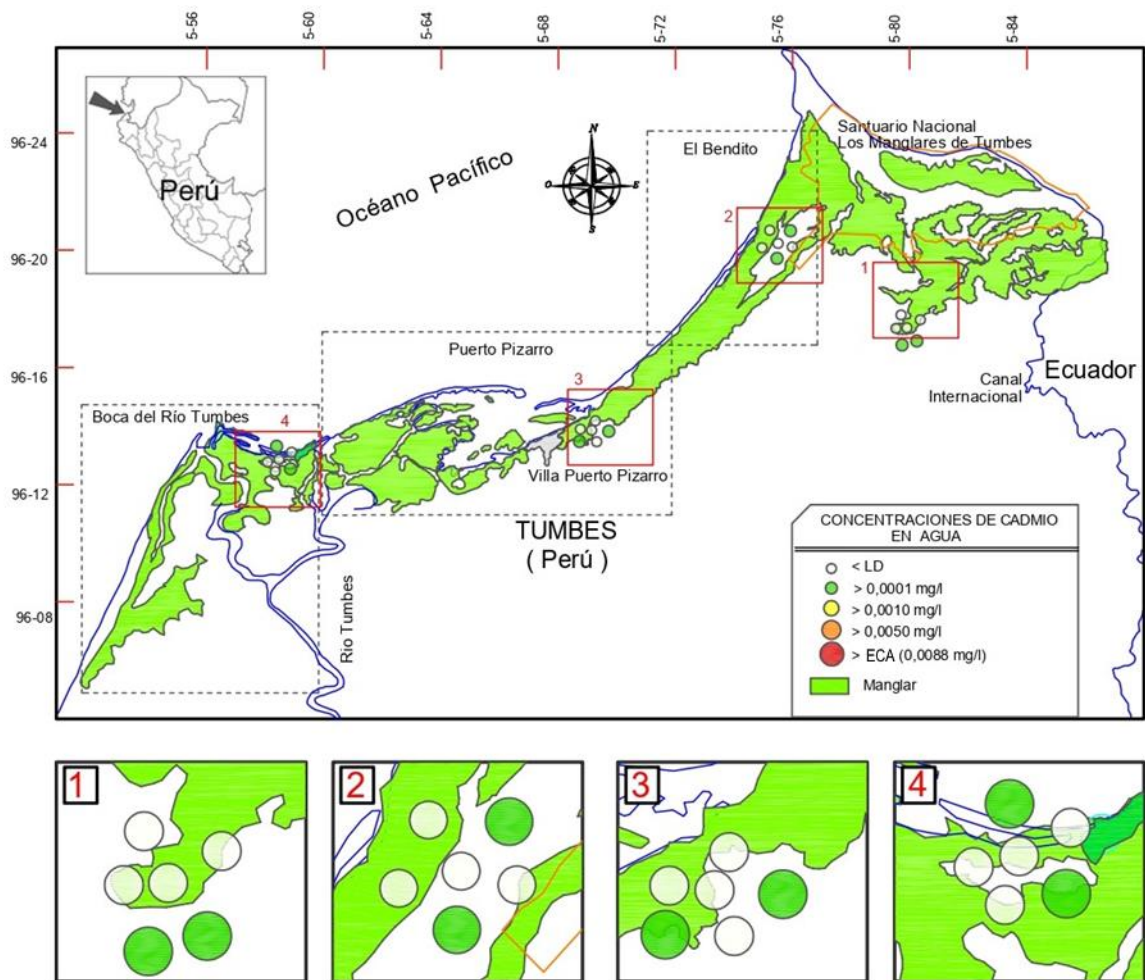


Figura 8. Concentración de cadmio en agua de las zonas de muestreo.

La tabla 9 presenta los niveles de cadmio disuelto en agua en zonas de manglar de Tumbes, clasificadas como protegidas y no protegidas. En todas las zonas evaluadas, los valores mínimos se encuentran por debajo del límite de detección (<0,00005 mg/l). No obstante, se evidencian diferencias en los valores máximos registrados: mientras que en la zona protegida (SNLMT) el valor máximo fue de 0,00179 mg/l, muy por debajo del ECA de 0,0088 mg/l, en la zona no protegida de Boca del Río Tumbes se alcanzó un valor máximo de 0,04230 mg/l, superando ampliamente el ECA. Los valores promedio y las desviaciones estándar consolidados fueron 0,0032 mg/l y 0,0085 mg/l.

Tabla 9.**Concentraciones de cadmio en agua.**

Tipo de zona	Zona	Mínimo (mg/l)	Máximo (mg/l)	Promedio (mg/l)	Desviación estándar (mg/l)
Protegida	SNLMT	< 0,00005	0,00179	0,0004	0,0004
No protegida	El Bendito	< 0,00005	0,00126	0,0005	0,0003
	Puerto Pizarro	< 0,00005	0,00358	0,0003	0,0003
	Boca del Río Tumbes	< 0,00005	0,04230	0,0005	0,0004
	Consolidado	< 0,00005	0,04230	0,0032	0,0085

Si bien se ha detectado cadmio en el agua, este se encuentra en niveles inferiores a los sedimentos, lo que se justificaría debido a que el cadmio, como otros metales pesados debido a su alta densidad, tienden a acumularse más en el sedimento y menos en la columna de agua (Zhang et al., 2022).

4.9. Concentración de cromo en agua

La figura 9 muestra las concentraciones de cromo en el agua en diferentes zonas de manglar de Tumbes. Todas las zonas evaluadas predominan las concentraciones por debajo del límite de detección (<LD). Sin embargo, se registraron concentraciones superiores a >0,0001 mg/l y >0,0010 mg/l en todas las zonas de muestreo.

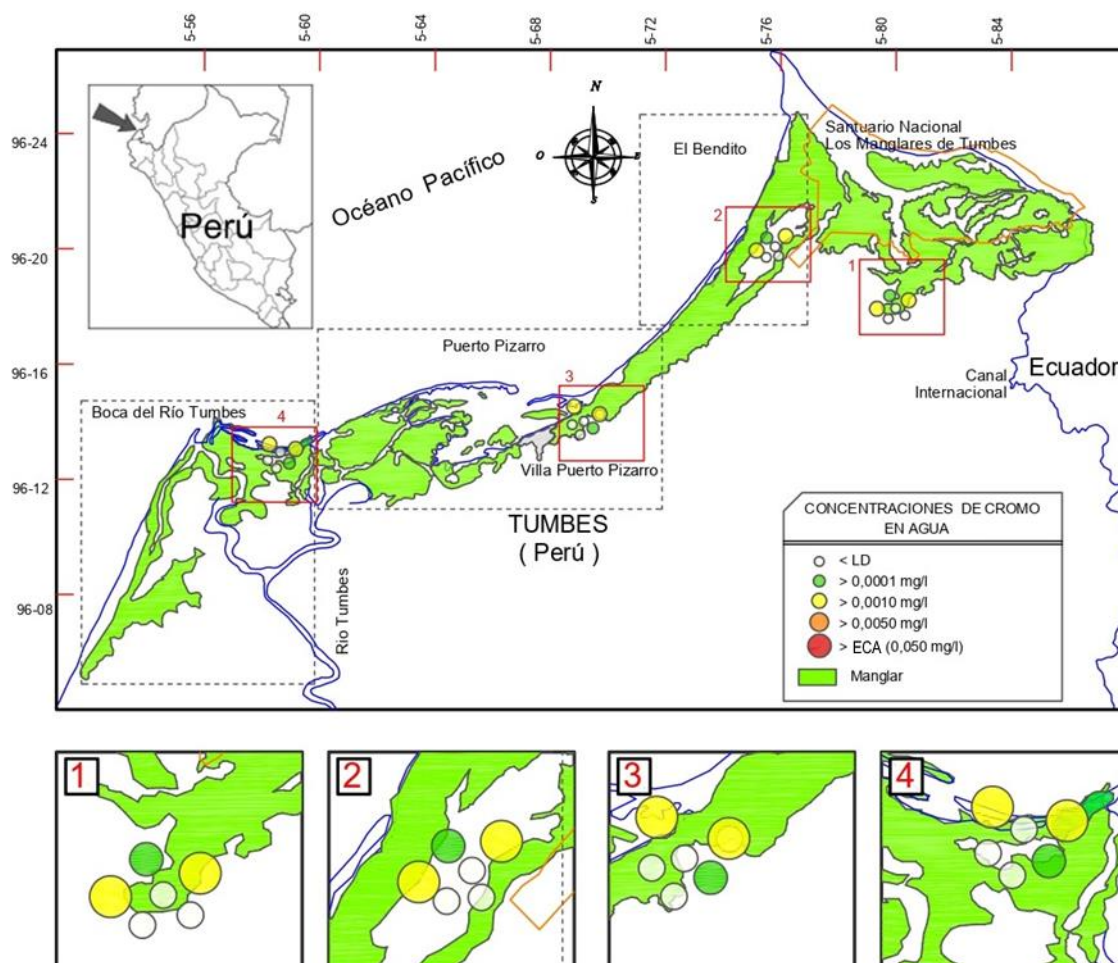


Figura 9. Concentración de cromo en agua de las zonas de muestreo.

La tabla 10 presenta los niveles de cromo disuelto en agua en zonas de manglar de Tumbes, clasificadas como protegidas y no protegidas. En todas las zonas evaluadas, los valores mínimos se encuentran por debajo del límite de detección (<0,00004 mg/l). El valor máximo fue de 0,00297 mg/l en Puerto Pizarro. Los valores del promedio y desviación estándar del consolidado fueron: 0,0011 mg/l y 0,0011 mg/l.

Tabla 10.**Concentraciones de cromo en agua.**

Tipo de zona	Zona	Mínimo (mg/l)	Máximo (mg/l)	Promedio (mg/l)	Desviación estándar (mg/l)
Protegida No protegida	SNLMT	< 0,00004	0,00264	0,0011	0,0011
	El Bendito			0,0010	0,0010
	Puerto Pizarro	< 0,00004	0,00248		
	Boca del Río	< 0,00004	0,00297	0,0013	0,0014
	Tumbes Consolidado	< 0,00004	0,00255	0,0011	0,0011
		< 0,00004	0,00297	0,0011	0,0011

Los estudios sobre cromo total en aguas del manglar son prácticamente inexistentes, por lo que no se puede comparar los niveles de este estudio con los de otros autores, sin embargo, si existe información sobre este contaminante en un río del Ecuador que tuvo niveles entre 0,03 y 0,38 mg/l, que son relativamente más altos que los observados en este estudio que fueron en promedio de 0,0011 mg/l, lo cual se debe a que el río estudiado, Carrizal, es un río contaminado (Carreño-Mendoza et al., 2018).

4.10. Concentración de mercurio en sedimento

La figura 10 muestra las concentraciones de mercurio en sedimento, en diferentes zonas de manglar de Tumbes. En la mayoría de puntos de muestreo el mercurio fue detectable, en 11 de las 24 muestras, superaron el ERL que fue de 0,15 mg/kg. Solo en el caso de El Bendito ninguna de la muestra excedió el ERL.

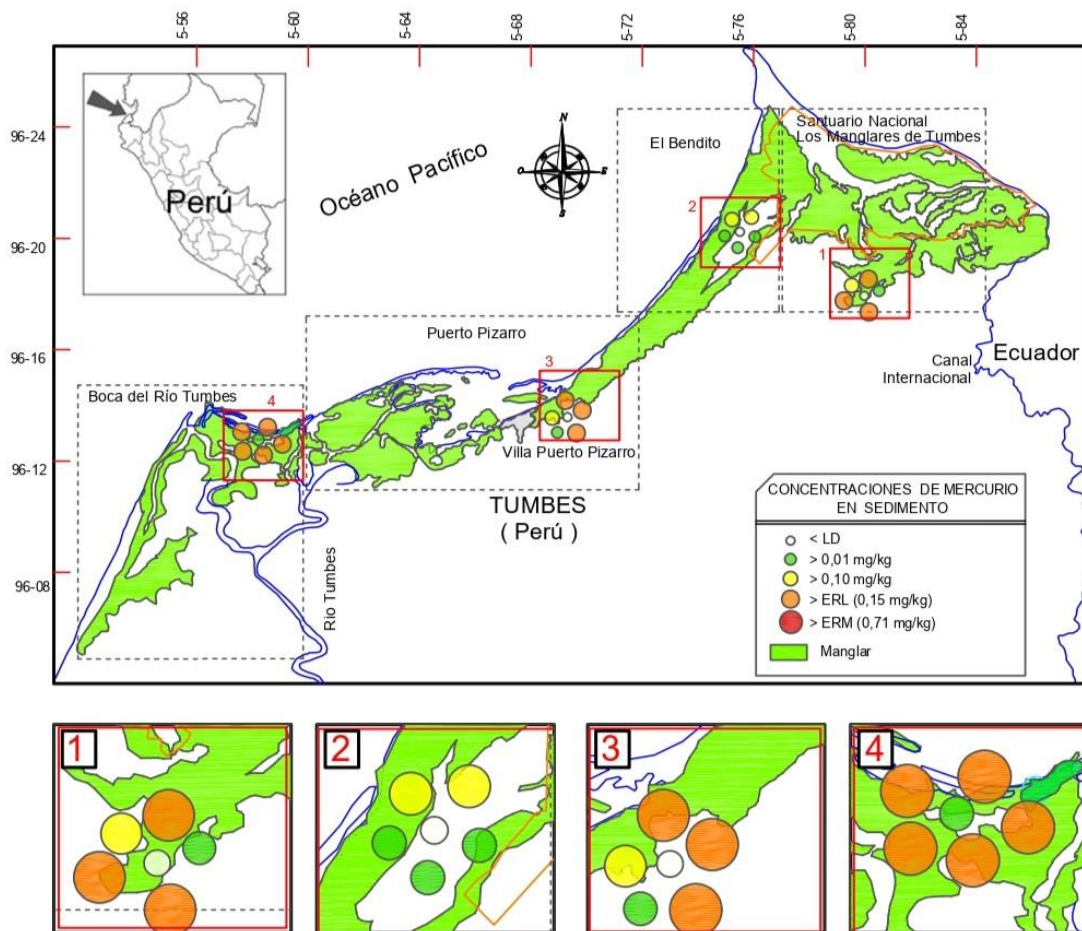


Figura 10. Concentración de mercurio en sedimentos de las zonas de muestreo.

La tabla 11 presenta los niveles de mercurio en sedimento por zonas de manglar de Tumbes. En todas las zonas evaluadas hubo valores indetectables, con la excepción de la Boca del río Tumbes. El valor máximo registrado fue de 0,6517 mg/kg en la Boca del río Tumbes. Los valores del promedio y desviación estándar del consolidado fueron: 0,2219 mg/kg y 0,1641 mg/kg para todo el manglar.

Tabla 11.**Concentraciones de mercurio en sedimento.**

Tipo de zona	Zona	Mínimo (mg/kg)	Máximo (mg/kg)	Promedio (mg/kg)	Desviación estándar (mg/kg)
Protegida	SNLMT	< 0,0159	0,2837	0,1581	0,1038
No protegida	El Bendito	< 0,0159	0,1413	0,0906	0,0461
	Puerto Pizarro	< 0,0159	0,4065	0,1604	0,1383
	Boca del Río Tumbes	0,0476	0,6517	0,3756	0,2065
	Consolidado	< 0,0159	0,6517	0,2219	0,1641

El 45,8% de las muestras superaron el valor del ERL establecido para mercurio en sedimentos (0,15 mg/kg), establecido por la National Oceanic and Atmospheric [NOAA] (1999); una muestra (4,2%) se aproximó al valor ERM de 0,71 mg/kg. Los niveles más altos se registraron en la zona de la desembocadura del río Tumbes, donde cinco de seis muestras superaron el ERL (figura 2). Las concentraciones disminuyeron hacia el norte: en Puerto Pizarro, tres de seis muestras superaron el ERL; en El Bendito, ninguna muestra), Contrario a lo esperado, tres muestras del SNLMT superaron el ERL.

De lo observado se puede inferir que el mercurio ingresa al manglar por los sedimentos del río Tumbes, que se depositan en la boca del mismo; como lo confirman Schudel et al. (2018) que señalaron valores altos de mercurio en el sedimento de este río, que incluso llegan hasta su desembocadura. Las concentraciones de este metal fueron menores conforme se alejaron de esta zona, posiblemente por un menor aporte de sedimentos contaminados, influenciados por las mareas. Pero al contrario de lo esperado, el SNLMT, que se halla más alejado de la desembocadura tuvo niveles más altos de mercurio.

De lo que se deduce que el mercurio en el SNLMT no procedería de la Boca del río, sino de otras fuentes contaminantes, como son el río Zarumilla y el Canal Internacional, que según Carrión-Paladines et al. (2025) y Molina et al. (2019), son

vías por las que se transportan contaminantes de la agricultura, del cultivo de langostinos y de efluentes urbanos tanto de Perú como de Ecuador.

4.11. Concentración de plomo en sedimento

La figura 11 muestra las concentraciones de plomo en sedimento. En el SNLMT y El Bendito presentaron concentraciones >5 mg/kg. Casi todas las zonas evaluadas presentaron concentraciones >10 mg/kg. En la Boca del río Tumbes se registraron concentraciones >ERL (46,70 mg/kg) y >ERM (218 mg/kg).

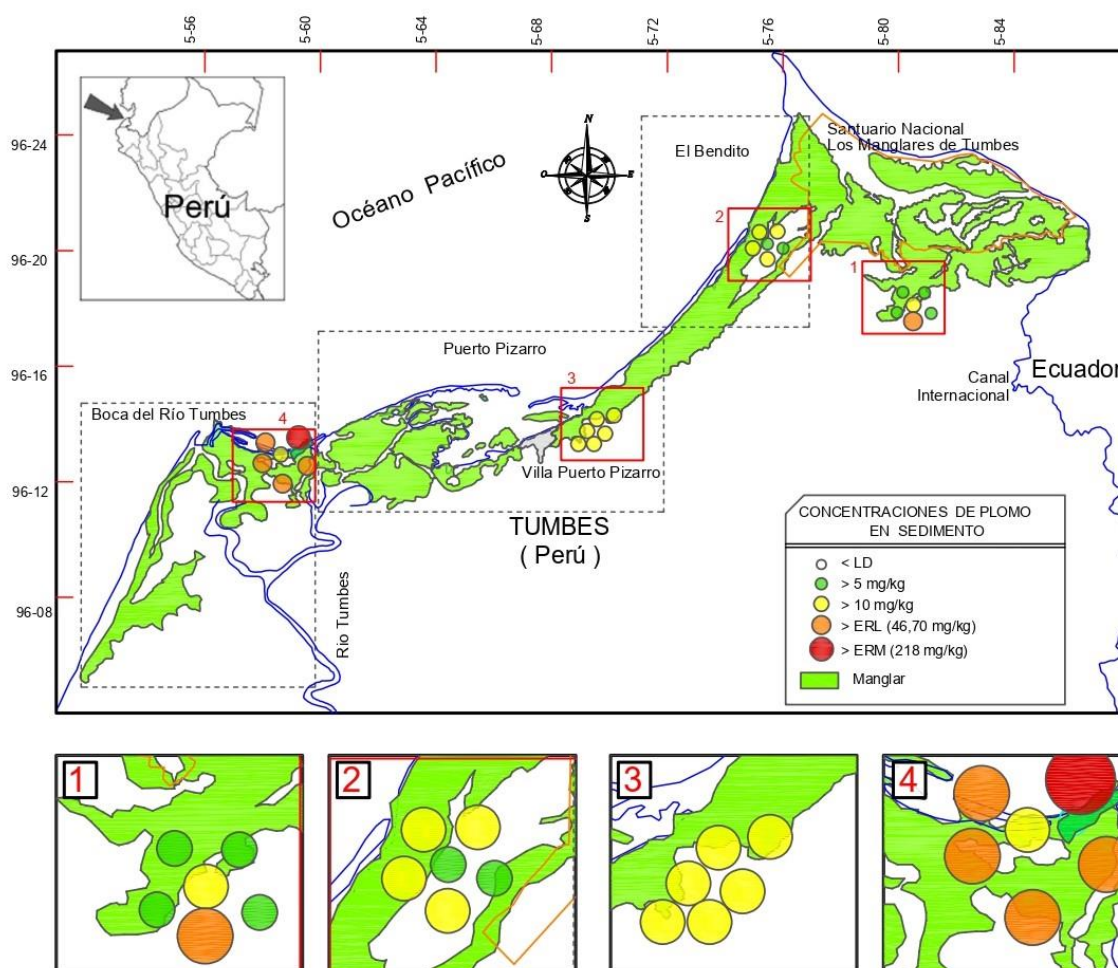


Figura 11. Concentración de plomo en sedimentos de las zonas de muestreo.

En cada una de las muestras de sedimento evaluadas, se detectó plomo (tabla 12). El valor máximo fue de 218,5 mg/kg en la Boca del río Tumbes, mayor que el ERM

(218 mg/kg). Los valores del promedio y desviación estándar del consolidado fueron: 51,362 mg/kg y 67,995 mg/kg.

Tabla 12.

Concentraciones de plomo en sedimento.

Tipo de zona	Zona	Mínimo (mg/kg)	Máximo (mg/kg)	Promedio (mg/kg)	Desviación estándar (mg/kg)
Protegida	SNLMT	6,442	185,0	37,700	72,194
No protegida	El Bendito	7,249	15,11	11,210	3,049
	Puerto Pizarro	10,69	32,27	24,630	7,358
	Boca del Río Tumbes	13,37	218,5	131,908	72,045
	Consolidado	6,442	218,5	51,362	67,995

Los niveles más altos de plomo se hallaron en la Boca del río Tumbes, donde hubo cinco muestras que superaron el ERL, y una que superó el ERM.

La concentración alta de plomo en la Boca del río Tumbes puede atribuirse a que el río está contaminado por metales pesados, incluyendo el plomo (García et al., 2022; Gavilanez, 2016). Por otro lado, el nivel alto de plomo en una de las muestras colectadas del SNLMT, podría deberse al ingreso de este contaminante por el río Zarumilla y Canal Internacional, conforme lo reportaron Carrión-Paladines et al. (2025), quienes reportaron plomo en concentración de 59,6 mg/kg en un manglar ecuatoriano adyacente al SNLMT. También, es posible que el contaminante haya sido transportado por aerosoles desde centros urbanos cercanos o procedería de los combustibles usados en embarcaciones turísticas y pesqueras (Saravanan et al., 2024).

4.12. Concentración de cadmio en sedimento

La figura 12 muestra las concentraciones de cadmio en sedimento. Todas las zonas presentaron concentraciones bajas de cadmio (<0,10 mg/kg); con la excepción de la Boca del río Tumbes en que se presentaron cinco muestras con concentraciones mayores a su ERL (1,20 mg/kg).

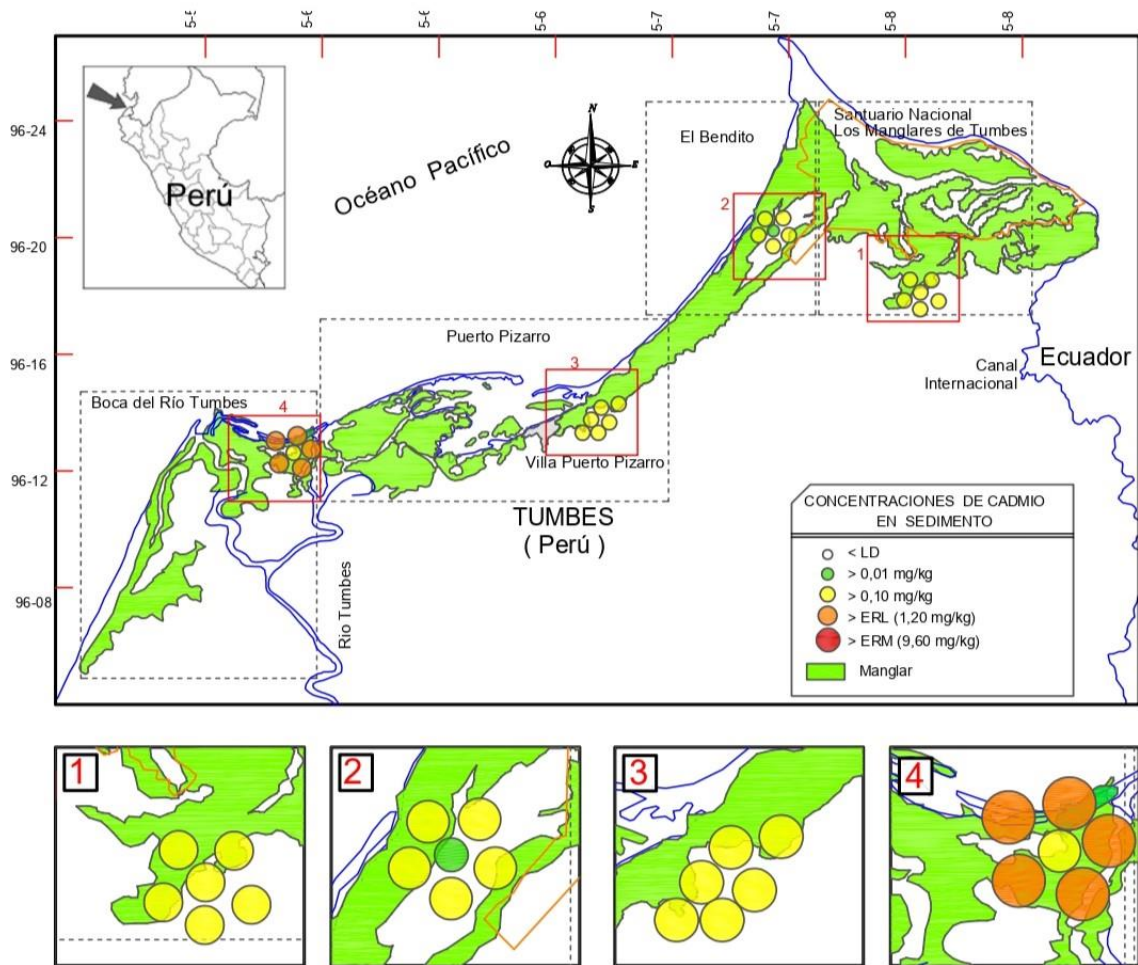


Figura 12. Concentración de cadmio en las zonas de muestreo.

La tabla 13 presenta los niveles de cadmio en sedimento. En todas las zonas evaluadas se detectó este metal. El valor máximo fue de 3,4000 mg/kg en la Boca del río Tumbes. Los valores del promedio y desviación estándar del consolidado fueron: 0,824 mg/kg y 0,959 mg/kg.

Tabla 13.**Concentraciones de cadmio en sedimento.**

Tipo de zona	Zona	Mínimo (mg/kg)	Máximo (mg/kg)	Promedio (mg/kg)	Desviación estándar (mg/kg)
Protegida No protegida	SNLMT	0,2029	0,5037	0,329	0,149
	El Bendito			0,403	0,219
	Puerto Pizarro	0,0984	0,7700		
	Boca del Río Tumbes	0,2181	0,5123	0,391	0,098
	Consolidado	0,3600	3,4000	2,172	1,114
		0,0984	3,4000	0,824	0,959

El hecho que la mayoría de muestras con niveles más altos de cadmio se hallen en la Boca del río Tumbes, indica que este es la fuente de ingreso de cadmio en el manglar lo que es respaldado por el estudio de García et al. (2022), quienes reportaron cadmio en el río Tumbes.

4.13. Concentración de cromo en sedimento

La figura 13 muestra las concentraciones de cromo en sedimento. Todas las zonas presentaron concentraciones mayores a 10 mg/kg; sin embargo, se registraron muestras con valores menores (<4 mg/kg) en la zona del SNLMT y El Bendito.

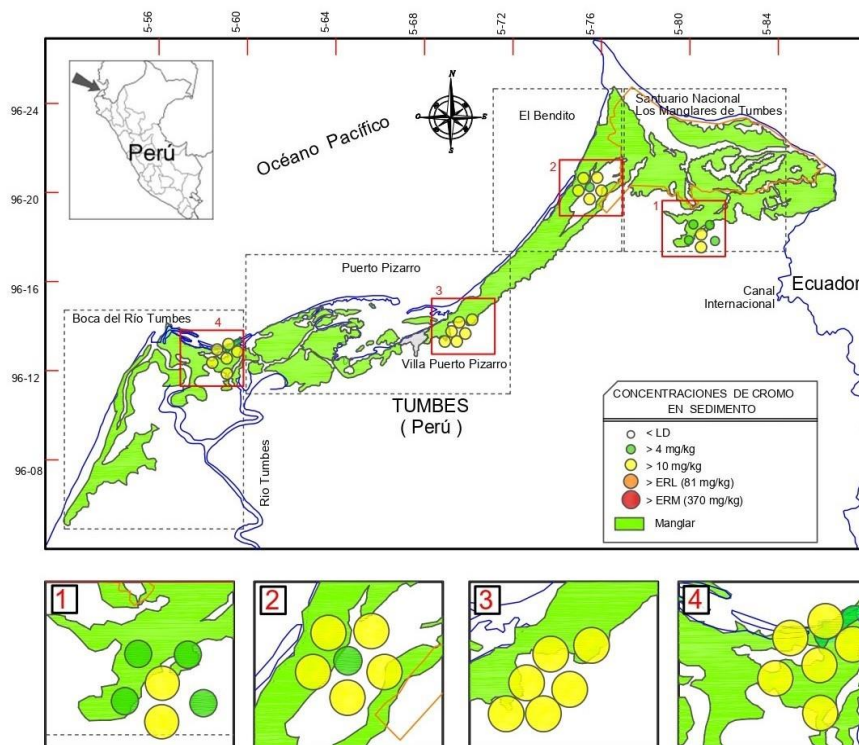


Figura 13. Concentración de cromo en las zonas de muestreo.

Los niveles de cromo en sedimentos en cada zona de muestreo superaron el límite de detección del ICP-MS empleado para su análisis (tabla 14). El valor máximo fue de 27,80 mg/kg en la Boca del río Tumbes. Los valores del promedio y desviación estándar del consolidado fueron: 14,667 mg/kg y 6,457 mg/kg

Tabla 14.

Concentraciones de cromo en sedimento.

Tipo zona	de Zona	Mínimo (mg/kg)	Máximo (mg/kg)	Promedio (mg/kg)	Desviación estándar (mg/kg)
Protegida	SNLMT	7,408	27,80	13,488	8,194
No protegida	El Bendito	4,911	24,00	13,592	7,079
	Puerto Pizarro	10,06	13,52	11,925	1,589
	Boca del Río Tumbes	10,69	25,97	19,663	5,475
	Consolidado	4,911	27,80	14,667	6,457

Ninguna muestra de sedimento tuvo una concentración de cromo total mayor al ERL (81 mg/kg) o al ERM (370 mg/kg) establecidos por la NOAA, lo que indicaría que este metal no estaría originando efectos biológicos significativos en los organismos del manglar. Pero en comparación con el criterio de calidad del suelo establecido por el Ecuador (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2019), con un valor de 20 mg/kg, entonces seis de las muestras de este estudio lo superaron: tres correspondientes a la Boca del río Tumbes, dos de El Bendito y una del SNLMT.

Los niveles de cromo total reportados en este estudio fueron similares a los encontrados en sedimentos de manglares en el Ecuador, específicamente en Santa Elena por Carrasco (2025), con valores entre 34,83 mg/kg y 58,88 mg/kg, y por Alcívar et al. (2011) en Guayaquil, con valores entre 10 mg/kg y 45 mg/kg. La razón de la presencia de este contaminante en manglares de Perú y Ecuador se debe a la presencia de actividades antrópicas comunes en costa de estos países, como son la agricultura; acuicultura, minería y los asentamientos urbanos junto a ríos que desembocan en el manglar (Carrión-Paladines et al., 2025; Molina et al., 2019).

4.14. Parámetros físico-químicos del sedimento del manglar

En la tabla 15, se observan los principales parámetros físico-químicos del sedimento en las cuatro zonas del manglar investigadas. En particular, se observa que la conductividad eléctrica y la concentración de sales, fue menor en la zona de la Boca del río Tumbes, lo cual se explica por el ingreso de agua dulce procedente del río, que tiene una cantidad baja de sales; lo que a su vez hace disminuir la conductividad eléctrica según ha sido observado por López-Rosas et al. (2021).

La cantidad de materia orgánica observada en todos los sedimentos se halla dentro de lo habitual que es de 1 a 5%, como lo han reportado Dookie et al. (2023).

Tabla 15.**Características físico-químicas del sedimento del manglar**

Parámetros físico-químicos	Zona del manglar			
	SNLMT	El Bendito	Puerto Pizarro	Boca del río Tumbes
Conductividad eléctrica (mmhos/cm)	32,0 ± 4,2	42,5 ± 3,6	23,0 ± 8,5	12,0 ± 1,4
pH	6,8 ± 0,2	5,1 ± 0,1	6,3 ± 0,6	6,5 ± 0,5
Sales (‰)	26,5 ± 3,5	34,0 ± 8,5	16,0 ± 7,1	9,5 ± 0,7
Materia orgánica (%)	4,5 ± 0,3	2,6 ± 0,5	4,3 ± 0,7	4,5 ± 0,1
Arena (%)	76,2 ± 5,7	78,2 ± 0,0	85,2 ± 4,2	61,4 ± 1,6
Arcilla (%)	14,0 ± 2,8	14,0 ± 0,0	4,1 ± 5,5	17,0 ± 1,1
Limo (%)	9,8 ± 2,8	7,8 ± 0,0	10,6 ± 1,2	21,0 ± 1,4
Clase textural	Franco arenoso	Franco arenoso	Arena/Franco arenoso	Franco arenoso

Por otra parte, el pH varió entre 5,1 y 6,8; que son valores típicos para el pH de los sedimentos muestreados, estos sedimentos fueron generalmente de tipo franco arenoso; que es uno de los tipos de sedimento comunes en manglares como también lo ha encontrado (Barrantes & Cerdas, 2015).

4.15. Análisis de componentes principales (PCA) de metales pesados y parámetros fisicoquímicos

El gráfico de sedimentación (*scree plot*) (figura 14) muestra una rápida caída en la serie de los datos, de tal manera que solo los dos primeros componentes superan los valores propios de las simulaciones aleatorias; esto indica que ambos componentes seleccionados serían útiles para interpretar los patrones ambientales y de contaminación en el manglar. La selección de sólo dos componentes principales concuerda con los criterios establecidos por Jackson (1993) para la selección de componentes significativos

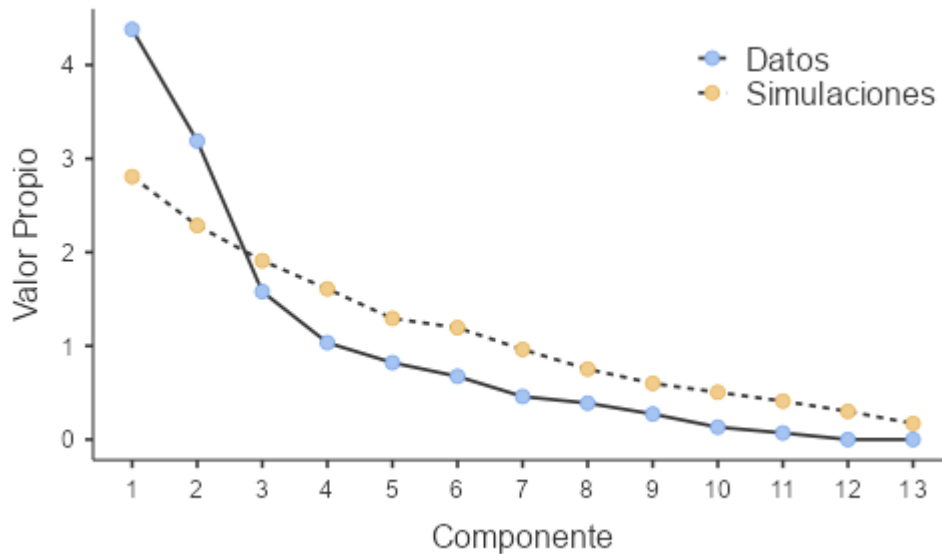


Figura 14. Gráfico de sedimentación que explica la varianza (valor propio) respecto a la cantidad de componentes

La adecuación muestral ($KMO > 0,6$) exigió que algunas variables fueran retiradas para optimizar la estructura factorial, quedando solo 13 de ellas que se distribuyeron entre los dos componentes principales, los que explicaron el 58,2% de la varianza total. La tabla 16 muestra que el primer componente (PC1) agrupa variables relacionadas con la presencia de partículas e iones en el agua y la acumulación de metales en el sedimento. Las cargas más altas se observaron para el caso de los sólidos disueltos totales ($TDS = 0,859$), la conductividad eléctrica ($EC = 0,859$) y la salinidad ($0,854$), lo que indica una gradación salina posiblemente asociada con el ingreso de agua de mar hacia el manglar. Según Zhao et al. (2024), la salinidad actúa como regulador de la solubilidad de metales, afectando su distribución entre agua y sedimento.

En comparación, las concentraciones de plomo ($Pb_{Sed} = -0,833$) y mercurio ($Hg_{Sed} = -0,786$) en sedimento, junto con la turbidez ($Turb.FNU = -0,584$) y el cromo en sedimento ($Cr_{Sed} = -0,481$), presentan cargas negativas, indicando que la acumulación de estos metales podría estar inversamente relacionada con la salinidad, posiblemente por procesos de dispersión o adsorción diferencial. Este patrón, en el caso del cromo en el sedimento, ha sido reportado en estudios realizados en el manglar de Tumbes, donde Recoba & Ramos(2022) reportaron

que la acumulación de metales en sedimento es más intensa en zonas de menor influencia marina, como desembocaduras fluviales o áreas con menor renovación hídrica.

Tabla 16.

Carga de los componentes principales

Variables	Componente		Unicidad
	1	2	
Sólidos disueltos totales (TDS)	0,859	-0,381	0,117
Conductividad eléctrica (EC)	0,859	-0,382	0,117
Salinidad (Sal.)	0,854	-0,396	0,113
Concentración de plomo en sedimentos (Pb_Sed)	-0,833		0,286
Concentración de mercurio en sedimentos (Hg_Sed)	-0,786		0,380
Turbidez (Turb.FNU)	-0,584		0,631
Concentración de cromo en sedimentos (Cr_Sed)	-0,481		0,731
Concentración de cromo en agua (Cr_Agua)		0,874	0,195
Concentración de cadmio en agua (Cd_Agua)		0,786	0,376
Temperatura del agua (Temp.)		0,774	0,392
Concentración de mercurio en agua (Hg_Agua)		0,741	0,406
pH		0,428	0,802
Oxígeno disuelto (D.O.)		0,325	0,884

El segundo componente (PC2) reúne variables relacionadas a la calidad del agua y la presencia de metales disueltos. Se observan las mayores cargas positivas para el cromo (Cr_Agua = 0,874), el cadmio (Cd_Agua = 0,786), el mercurio (Hg_Agua = 0,741) y la temperatura (Temp = 0,774), lo que indicaría que el incremento de estos elementos estaría relacionado con la temperatura que favorecería su solubilización, aspecto que también ha sido reportado por Zhao et al. (2024) en lagos salinos. Por otra parte, el pH (carga 0,428) y el oxígeno disuelto (carga DO = 0,325) también contribuyen a este componente, aunque con menor carga, indicando que influyen de manera moderada en la transferencia de los metales pesados a la columna de agua; aspecto que, Aguirre et al. (2021) han mencionado como parte de su investigación realizada en las ciénagas de San Marta (Colombia),

en la que hallaron que tanto el pH como el oxígeno disuelto también influyeron en la concentración de metales pesados.

El biplot del PCA (figura 15) muestra la distribución de las muestras recolectadas (denotadas con el código Z(i)M(j) que indica: Z(i)= N° de zona y M(j)= N° de muestra), en función de sus perfiles químicos. Se observan patrones distintos entre zonas del manglar y entre épocas de muestreo. La zona Z1, correspondiente al SNLMT se caracteriza por una mayor salinidad y baja acumulación metálica; en tanto que tres de las muestras de la zona 2: El Bendito como Z2M1, Z2M2 y Z2M3 se ubican en una zona intermedia, con influencia tanto de salinidad como de metales disueltos; esto puesto que es una zona de transición entre el manglar protegido y áreas con mayor actividad antrópica, donde los metales comienzan a introducirse en la columna de agua. Por otro lado, Puerto Pizarro (Z3) presenta mayor cantidad de metales pesados disueltos, y la Boca del río Tumbes (Z4) actúa como la zona de acumulación de metales en el sedimento.

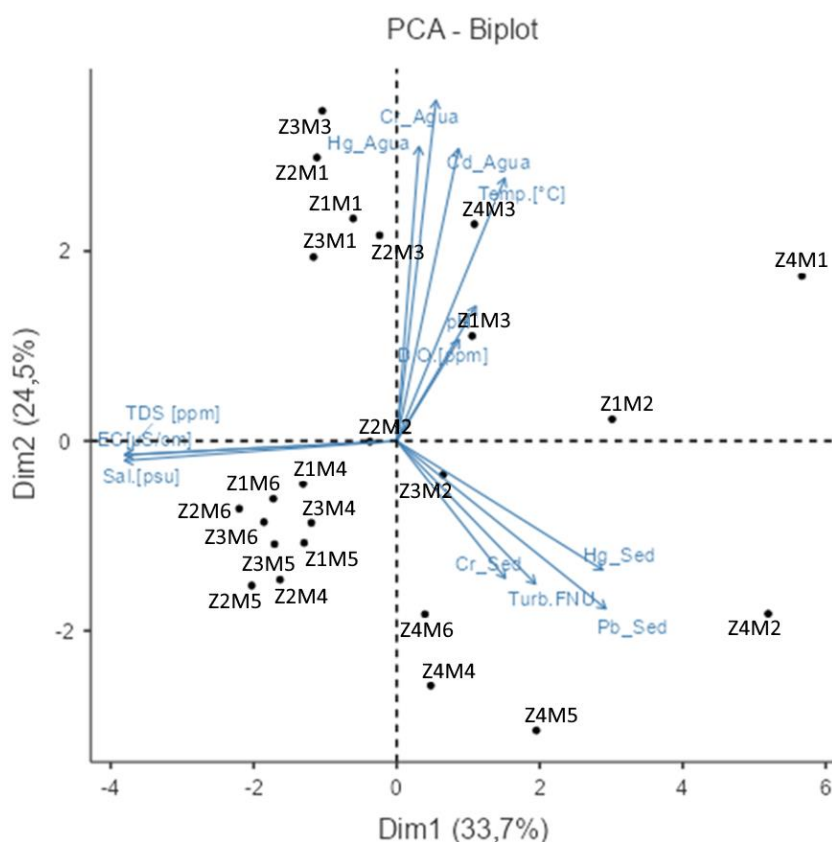


Figura 15. Gráfico biplot del análisis de componentes principales que relaciona las concentraciones de metales pesados en sedimento y agua, los parámetros físico químicos del agua y los puntos de muestreo

El eje principal: Dim1 relacionado al contenido iónico o salinidad, ubica al SNLMT (Z1) como una zona con influencia marina y con baja acumulación de metales pesados, en tanto que el eje secundario muestra que en las zonas 3 (Puerto Pizarro) y 2 (El Bendito) se produce un incremento en los metales disueltos por lo que se identifican como zonas de movilización inicial como lo ha observado también Recoba & Ramos (2022). Por otro lado, la Boca del río Tumbes (Z4) se agrupa con el plomo en sedimentos (Pb_Sed), el mercurio en sedimentos (Hg_Sed) y con la turbidez, indicando que el Río Tumbes es una fuente contaminante importante para el manglar, aspecto que también ha sido precisado por estudios como los de Gavilanez (2016) y Marshall et al. (2020) y su desembocadura actúa como sumidero final y zona de acumulación de metales en sedimentos.

Adicionalmente se aprecia que las concentraciones de cromo, mercurio y cadmio en agua están relacionadas de manera directa con la temperatura indicando que temperaturas mayores favorecen una mayor concentración de estos metales. Comportamiento que difiere del observado para cromo, mercurio y plomo en sedimentos, los que se relacionaron con la turbidez, indicando que un incremento en la turbidez se relaciona con una mayor concentración de estos metales en el sedimento.

V. CONCLUSIONES

1. Los parámetros fisicoquímicos (temperatura, sólidos disueltos, salinidad, oxígeno disuelto y turbidez) estuvieron dentro de los rangos típicos para ecosistemas del manglar.
2. Los análisis realizados en tejidos de *Ucides occidentalis* mostraron bajas concentraciones de metales pesados. El mercurio no fue detectado en ninguna muestra, y solo se observó que el plomo y cadmio superaron su respectivo LMP en algunas muestras. En cuanto al cromo total, este no fue detectable en más del 70 % de las muestras, y en los casos donde estuvo presente, sus niveles no excedieron los 0,221 mg/kg.
3. En el agua superficial del manglar, la mayoría de los metales pesados no fueron detectados o se mantuvieron por debajo de los valores límite establecidos por la normativa ambiental, con excepción del mercurio, que superó el umbral permitido en más de un tercio de las muestras analizadas.
4. En los sedimentos del manglar de Tumbes se registraron concentraciones significativas de mercurio, plomo, cadmio y cromo, siendo más intensas en la zona de la Boca del río Tumbes, lo que sugiere que este curso fluvial actúa como principal vía de ingreso de contaminantes. No obstante, también se encontraron niveles elevados en el SNLMT.
5. Los sedimentos del manglar de Tumbes muestran variaciones físico-químicas entre zonas, con menor conductividad eléctrica y concentración de sales en la Boca del río Tumbes debido al ingreso de agua dulce. La materia orgánica se mantiene dentro de rangos esperados para sedimentos de manglar. El pH varía entre ligeramente ácido y neutro, y la textura predominante es franco arenosa.
6. El PCA identificó dos componentes principales que explican el 58,2% de la varianza total: el PC1 (factor salinidad/acumulación metálica) y el PC2 (factor

metales disueltos/temperatura). El análisis indicó una zonificación clara: mientras el SNLMT (Z1) presenta un mayor nivel salino con baja acumulación metálica, Puerto Pizarro (Z3) y El Bendito (Z2) son zonas de movilización inicial de los metales disueltos y finalmente, la Boca del Río Tumbes (Z4) actúa como sumidero final, concentrando Pb y Hg en el sedimento.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, S. E., Piraneque, N. V., & Linero-Cueto, J. (2021). Concentración de metales pesados y calidad físico-química del agua de la Ciénaga Grande de Santa Marta. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 24(1). <https://doi.org/10.31910/rudca.v24.n1.2021.1313>
- Akbar, S. A., Jalil, Z., Octavina, C., Setiawan, I., Ulfah, M., Iqbal, T. H., & Miswar, E. (2025). Harnessing mangrove phytoremediation for coastal heavy metal pollution: A chemical environmental perspective. *Maritime Technology and Research*, 8(1), 281734. <https://doi.org/10.33175/mtr.2026.281734>
- Alcívar, M., Mosquera Armijo, J., & Castro Rendón, R. (2011). La concentración de metales pesados (Cr total, Pb, Cd) en agua superficial y sedimentos en el Estero Salado (Guayaquil). *Revista Científica Ciencias Naturales y Ambientales*, 5(1). <https://doi.org/10.53591/cna.v5i1.280>
- Alemán, S., & Ordinola, E. (2017). Ampliación de la distribución sur de *Ucides occidentalis* (Decapoda: Ucididae) y *Cardisoma crassum* (Decapoda: Gecarcinidae). *Revista Peruana de Biología*, 24(1), 107-110. <https://doi.org/10.15381/rpb.v24i1.13110>
- Alencar, H., & Davée, J. R. (2024). Mercury cyanide complexes and their relevance as environmental contaminants. *Chemosphere*, 350, 141054. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.141054>
- Ali, H., & Khan, E. (2018). What are heavy metals? Long-standing controversy over the scientific use of the term 'heavy metals' – proposal of a comprehensive

- definition. *Toxicological & Environmental Chemistry*, 100(1), 6-19.
<https://doi.org/10.1080/02772248.2017.1413652>
- Analuddin, K., Sharma, S., Jamili, Septiana, A., Sahidin, I., Rianse, U., & Nadaoka, K. (2017). Heavy metal bioaccumulation in mangrove ecosystem at the coral triangle ecoregion, Southeast Sulawesi, Indonesia. *Marine Pollution Bulletin*, 125(1-2), 472-480. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.07.065>
- Ayala-Armijos, H., Pérez-Rodríguez, J., Quezada-Abad, C., Silva-Ochoa, A., & Cortéz-Suárez, L. (2015). Cuantificación de metales pesados (Hg, As, Pb y Cr) en organismos acuáticos: Cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*). *Revista Ciencia UNEMI*, 8(16), 54-60.
- Barrantes, R. M., & Cerdas, A. (2015). Distribución espacial de las especies de mangle y su asociación con los tipos de sedimentos del sustrato, en el sector estuarino del Humedal Nacional Térraba-Sierpe, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical*, 63, 47-60.
- Beckers, F., & Rinklebe, J. (2017). Cycling of mercury in the environment: Sources, fate, and human health implications: A review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 47(9), 693-794.
<https://doi.org/10.1080/10643389.2017.1326277>
- Bunting, P., Rosenqvist, A., Lucas, R. M., Rebelo, L.-M., Hilarides, L., Thomas, N., Hardy, A., Itoh, T., Shimada, M., & Finlayson, C. M. (2018). The Global Mangrove Watch—A New 2010 Global Baseline of Mangrove Extent. *Remote Sensing*, 10(10), 1669. <https://doi.org/10.3390/rs10101669>
- Cabral, L., Júnior, G. V. L., Pereira De Sousa, S. T., Dias, A. C. F., Lira Cadete, L., Andreote, F. D., Hess, M., & De Oliveira, V. M. (2016). Anthropogenic impact on mangrove sediments triggers differential responses in the heavy metals

and antibiotic resistomes of microbial communities. *Environmental Pollution*, 216, 460-469. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.05.078>

Carrasco, J. L. (2025). *Presencia de metales pesados y nutrientes en el sustrato del manglar de la comuna Manglaralto, Santa Elena, Ecuador* [Tesis de Biólogo, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. <https://repositorio.upse.edu.ec/items/af8e33cc-106c-462d-b9bb-c832341f85e1>

Carreño-Mendoza, Á., Lucas-Vidal, L., Hurtado, E. A., Barrios-Maestre, R., & Silva-Acuña, R. (2018). Sistema de tratamiento de aguas superficiales para consumo humano en la Microcuenca del río Carrizal, Ecuador.// Surface water treatment system for human consumption in the Microbasin of the Carrizal River, Ecuador. *CIENCIA UNEMI*, 11(28), 76-87. <https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol11iss28.2018pp76-87p>

Carrion-Paladines, V., Calva, J., Ochoa-Pérez, T., Ruiz, L., & López-Rodríguez, F. (2025). Heavy Metal Contamination in Arenillas Ecological Reserve Soils: Correlation and Conservation Impact. *Land Degradation & Development*, 36(10), 3454-3471. <https://doi.org/10.1002/ldr.5577>

Chuquimarca, L. (2015). *Contenido de metales pesados (Hg, Pb, Cd), en el tejido blando del quelípedo y hepatopáncreas del cangrejo rojo (Ucides occidentalis), en tres localidades del perfil costero de la provincia de El Oro, 2014* [Tesis de de Ingeniero Químico, Universidad Técnica de Machala]. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/2833/1/CD000022-TRABAJO%20COMPLETO-pdf>

Chuquimarca, L. A. (2015). *Contenido de metales pesados (Hg, Pb, Cd), en el tejido blando del quelípedo y hepatopáncreas del cangrejo rojo (ucides*

- accidentalis*), en tres localidades del perfil costero de la provincia de El Oro , 2014. [Tesis de Ingeniero Químico, Universidad Técnica de Machala]. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/2833>
- Collin, M. S., Venkatraman, S. K., Vijayakumar, N., Kanimozhi, V., Arbaaz, S. M., Stacey, R. G. S., Anusha, J., Choudhary, R., Lvov, V., Tovar, G. I., Senatov, F., Koppala, S., & Swamiappan, S. (2022). Bioaccumulation of lead (Pb) and its effects on human: A review. *Journal of Hazardous Materials Advances*, 7, 100094. <https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2022.100094>
- Custodio, M., Cuadrado, W., Peñaloza, R., Montalvo, R., Ochoa, S., & Quispe, J. (2020). Human Risk from Exposure to Heavy Metals and Arsenic in Water from Rivers with Mining Influence in the Central Andes of Peru. *Water*, 12(7), 1946. <https://doi.org/10.3390/w12071946>
- Customs Union Commission [CU]. (2011). *Technical regulation of the Customs Union TR CU 021/2011 concerning safety of food products*. Customs Union Commission. https://www.rustandard.com/images/CU_TR/TR_CU_021.2011_Safety_of_Food_Products.pdf
- De Cock, A., De Troyer, N., Eurie, M. A. F., Garcia Arevalo, I., Van Echelpoel, W., Jacxsens, L., Luca, S., Du Laing, G., Tack, F., Dominguez Granda, L., & Goethals, P. L. M. (2021a). From Mangrove to Fork: Metal Presence in the Guayas Estuary (Ecuador) and Commercial Mangrove Crabs. *Foods*, 10(8), Article 8. <https://doi.org/10.3390/foods10081880>
- De Cock, A., De Troyer, N., Eurie, M. A. F., Garcia Arevalo, I., Van Echelpoel, W., Jacxsens, L., Luca, S., Du Laing, G., Tack, F., Dominguez Granda, L., & Goethals, P. L. M. (2021b). From Mangrove to Fork: Metal Presence in the

- Guayas Estuary (Ecuador) and Commercial Mangrove Crabs. *Foods*, 10(8), 1880. <https://doi.org/10.3390/foods10081880>
- Deng, H., He, J., Feng, D., Zhao, Y., Sun, W., Yu, H., & Ge, C. (2021). Microplastics pollution in mangrove ecosystems: A critical review of current knowledge and future directions. *Science of The Total Environment*, 753, 142041. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142041>
- Dookie, S., Jaikishun, S., & Ansari, A. (2023). The Influence of Soil-Water Relations in Mangrove Forests on Ecosystem Balance. *World Environment*, 13(1), 9-28. <https://doi.org/DOI:10.5923/j.env.20231301.02>
- Duarte-Gutiérrez, J., Leyva-Carrillo, L., Martínez-Téllez, M. A., Méndez-Estrada, R. O., Felix-Portillo, M., & Yepiz-Plascencia, G. (2020). Cloning, expression, purification and biochemical characterization of recombinant metallothionein from the white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Protein Expression and Purification*, 166, 105511. <https://doi.org/10.1016/j.pep.2019.105511>
- Enoh, C. A. N., Sunjo, T. E., & Ambo, F. B. (2024). Economic and environmental implications of wood exploitation in the mangrove ecosystem in Tiko, South West Region of Cameroon. *Journal of Geography, Environment and Earth Science International*, 28(1), 1-10. <https://doi.org/10.9734/jgeesi/2024/v28i1740>
- Ewald, M. (2006). *Isolation and Characterization of Nuclear and Mitochondrial Genetic Markers for Population Studies of *Ucides cordatus cordatus* (Decapoda: Brachyura)* [Doctor dissertation, University of Bremen]. <https://media.suub.uni-bremen.de/handle/elib/2654>
- Feys, J. (2013). *Niveles de cadmio y plomo en el exoesqueleto del cangrejo rojo (*Ucides occidentalis*) del Golfo de Guayaquil (Las Loras – Puerto El Morro –*

- Chupadores) y Machala (Puerto Bolívar)* [Tesis de Ingeniera Ambiental, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/8260/1/FEY%20E.%2C%20JOHANNA%201813.pdf>
- Florida, N. (2021). Revisión sobre límites máximos de cadmio en cacao (*Theobroma cacao* L.). *La Granja*, 34(2), 117-130. <https://doi.org/10.17163/lgr.n34.2021.08>
- Food and Drug Administration [FDA]. (2022). *Fish and fishery products hazards and controls guidance (4th edition)*. US Department of Health and Human Services, Food and Drug Administration, Center for Food Safety and Applied Nutrition. <https://www.fda.gov/media/80637/download>
- García, A., Rimaycuna, J., Herrera, E., Bermejo, L., & Cruz, G. (2022). Correlation between the concentration of heavy metals in drinking water and their concentration in the surface water of the Tumbes River, Peru. *Manglar*, 19(2), 137-142. <https://doi.org/10.17268/manglar.2022.017>
- García, M. E., Betancourt, O., Cueva, E., & Guimaraes, J. R. D. (2012). Mining and Seasonal Variation of the Metals Concentration in the Puyango River Basin—Ecuador. *Journal of Environmental Protection*, 03(11), 1542-1550. <https://doi.org/10.4236/jep.2012.311170>
- Gavilanez, L. (2016). *Estudio de la concentración del plomo en el agua del Río Tumbes Periodo 2012 – 2015 como causa de la minería aurífera y su relación con la salud de los pobladores del Caserío de Rica Playa – Tumbes—2016* [Tesis de Doctor en Ciencias Ambientales, Universidad Nacional de Tumbes]. <http://repositorio.untumbes.edu.pe/bitstream/handle/UNITUMBES/272/TESIS%20DE%20DOCTORADO%20->

%20ENRIQUE%20GAVILANEZ%20GARCIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Gavilanez, L. E. (2016). *Estudio de la concentración del plomo en el agua del Río Tumbes Periodo 2012–2015 como causa de la minería aurífera y su relación con la salud de los pobladores del Caserío de Rica Playa–Tumbes-2016* [Tesis de Doctor en Ciencias Ambientales, Universidad Nacional de Tumbes]. <https://repositorio.untumbes.edu.pe/handle/20.500.12874/272>
- Gworek, B., Dmuchowski, W., & Baczewska-Dąbrowska, A. H. (2020). Mercury in the terrestrial environment: A review. *Environmental Sciences Europe*, 32(1), 128. <https://doi.org/10.1186/s12302-020-00401-x>
- Hama, K. H., Mustafa, F. S., Omer, K. M., Hama, S., Hamarawf, R. F., & Rahman, K. O. (2023). Heavy metal pollution in the aquatic environment: Efficient and low-cost removal approaches to eliminate their toxicity: a review. *RSC Advances*, 13(26), 17595-17610. <https://doi.org/10.1039/D3RA00723E>
- Hamilton, E. M., Young, S. D., Bailey, E. H., & Watts, M. J. (2018). Chromium speciation in foodstuffs: A review. *Food Chemistry*, 250, 105-112. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.01.016>
- Hong, Y., Liao, W., Yan, Z., Bai, Y., Feng, C., Xu, Z., & Xu, D. (2020). Progress in the Research of the Toxicity Effect Mechanisms of Heavy Metals on Freshwater Organisms and Their Water Quality Criteria in China. *Journal of Chemistry*, 2020, 1-12. <https://doi.org/10.1155/2020/9010348>
- Imchen, M., Kumavath, R., Barh, D., Vaz, A., Góes-Neto, A., Tiwari, S., Ghosh, P., Wattam, A. R., & Azevedo, V. (2018). Comparative mangrove metagenome reveals global prevalence of heavy metals and antibiotic resistome across

- different ecosystems. *Scientific Reports*, 8(1), 11187.
<https://doi.org/10.1038/s41598-018-29521-4>
- Inrena. (2007). *Plan Maestro del Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes 2007—2011*. Inrena. <http://sinia.minam.gob.pe/documentos/plan-maestro-2007-2011-santuario-nacional-manglares-tumbes>
- Jackson, D. A. (1993). Stopping Rules in Principal Components Analysis: A Comparison of Heuristical and Statistical Approaches. *Ecology*, 74(8), 2204-2214. <https://doi.org/10.2307/1939574>
- Kubier, A., Wilkin, R. T., & Pichler, T. (2019). Cadmium in soils and groundwater: A review. *Applied Geochemistry*, 108, 104388. <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2019.104388>
- La Comisión Europea [CE]. (2023). *Reglamento (UE) 2023/915 relativo a los límites máximos de determinados contaminantes en los alimentos y por el que se deroga el Reglamento (CE) N.º 1881/2006*. La Comisión Europea. <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:364:0005:0024:EN:PDF>
- Levin, R., Zilli Vieira, C. L., Rosenbaum, M. H., Bischoff, K., Mordarski, D. C., & Brown, M. J. (2021). The urban lead (Pb) burden in humans, animals and the natural environment. *Environmental Research*, 193, 110377. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110377>
- López-Rosas, H., Espejel-González, V. E., & Moreno-Casasola, P. (2021). Variaciones espacio-temporales del nivel y salinidad del agua afectan la composición de especies del manglar-tular. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 8(1). <https://doi.org/10.19136/era.a8n1.2674>

- Maiti, S. K., & Chowdhury, A. (2013). Effects of Anthropogenic Pollution on Mangrove Biodiversity: A Review. *Journal of Environmental Protection*, 04(12), 1428-1434. <https://doi.org/10.4236/jep.2013.412163>
- Marshall, B. G., Veiga, M. M., Da Silva, H. A. M., & Guimarães, J. R. D. (2020a). Cyanide Contamination of the Puyango-Tumbes River Caused by Artisanal Gold Mining in Portovelo-Zaruma, Ecuador. *Current Environmental Health Reports*, 7(3), 303-310. <https://doi.org/10.1007/s40572-020-00276-3>
- Marshall, B. G., Veiga, M. M., Da Silva, H. A. M., & Guimarães, J. R. D. (2020b). Cyanide Contamination of the Puyango-Tumbes River Caused by Artisanal Gold Mining in Portovelo-Zaruma, Ecuador. *Current Environmental Health Reports*, 7(3), 303-310. <https://doi.org/10.1007/s40572-020-00276-3>
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2019). *Norma de calidad ambiental del recurso: Suelo y criterios de remediación para suelos contaminados* (1ra ed). <https://faolex.fao.org/docs/pdf/ecu112181.pdf>
- Ministerio del Ambiente [Minam]. (2017). *Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Aprueban estándares de calidad ambiental (ECA) para agua y establecen disposiciones complementarias*. Diario Oficial El Peruano. <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>
- Molina, E., Universidad Técnica de Machala, Marín Medina, A., Universidad Técnica de Machala, Lapo Calderón, B., Universidad Técnica de Machala, González, V. H., Universidad Técnica de Machala, Lemus, M., & Universidad de Oriente. (2019). Mercurio en raíces aéreas y absorbentes de *Rhizophora mangle* L. Localizada en el litoral costero de la provincia de El Oro, Ecuador.

- Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 35(4), 807-814.
<https://doi.org/10.20937/RICA.2019.35.04.03>
- Montero, P. (2019). Calidad ambiental de la bahía de Puerto Pizarro y del ecosistema de manglar, Tumbes, Perú. Junio 2009. *Boletín. Instituto del Mar del Perú*, 46(4), 636-660.
- Mora, A. M., Universidad Nacional de Loja, González-Merizalde, M., Universidad Nacional de Loja, Bermeo-Flores, S. A., & Universidad Nacional de Loja. (2016). Niveles de metales pesados en sedimentos de la cuenca del río Puyango, Ecuador. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 32(4), 385-397. <https://doi.org/10.20937/RICA.2016.32.04.02>
- Morán, B., & Hidalgo, A. (2016a). Contaminantes en la bahía Puerto Pizarro. *Manglar*, 13(2), 33-42.
- Morán, B., & Hidalgo, A. (2016b). Environmental impacts in the Puerto Pizarro Bay. *Manglar*, 13(2), 43-51. <https://doi.org/10.17268/manglar.2016.015>
- Nag, R., & Cummins, E. (2022). Human health risk assessment of lead (Pb) through the environmental-food pathway. *Science of The Total Environment*, 810, 151168. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.151168>
- National Health and Family Planning Commission [NHFPC], & China Food and Drug Administration [CFDA]. (2018). *GB 2762-2017, National food safety standard for maximum levels of contaminants in foods*. NHFPC & CFDA. https://www.fsis.usda.gov/sites/default/files/media_file/2021-02/GB-2762-2017.pdf
- National Oceanic and Atmospheric [NOAA]. (1999). *Sediment Quality Guidelines developed for the National Status and Trends Program*. NOAA. https://rais.ornl.gov/documents/ECO_BENCH_NOAA.pdf

- Navarrete-Forero, G., Dominguez-Granda, L., Pontón, J., & Marín, J. R. (2019). Heavy metals contamination in the gulf of guayaquil: Even limited data reflects environmental impacts from anthropogenic activity. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 35(3), 731-755. <https://doi.org/10.20937/RICA.2019.35.03.18>
- Navarrete-Forero, G., Morales Baren, Lady, Facultad de Ciencias de la Vida, Escuela Superior Politécnica del Litoral. Campus Gustavo Galindo, Dominguez-Granda, L., Centro del Agua y Desarrollo Sustentable, Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Escuela Superior Politécnica del Litoral. Campus Gustavo Galindo, Pontón Cevallos, J., Facultad de Ciencias de la Vida, Escuela Superior Politécnica del Litoral. Campus Gustavo Galindo, Marín Jarrín, J. R., & Humboldt State University. (2019). Heavy metals contamination in the gulf of guayaquil: Even limited data reflects environmental impacts from anthropogenic activity. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 35(3), 731-755. <https://doi.org/10.20937/RICA.2019.35.03.18>
- Ordinola, E., Montero Rodríguez, P., Alemán Mejía, S. A., & Llanos Urbina, J. (2010). El bivalvo concha negra, *Anadara Tuberculosa* (Sowerby), en los manglares de Tumbes, Perú. Febrero 2007. *Instituto del Mar del Perú - IMARPE*. <https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/2009>
- Ordinola, Z. A., Vieyra, E. G., Ramírez, B. E., & Saavedra, K. Y. (2020). Diversidad genética y estructura poblacional del cangrejo del manglar (*Ucides occidentalis*) en Tumbes, Perú. *Revista Veterinaria*, 31(1), 33-37. <https://doi.org/10.30972/vet.3114615>

- Ordinola Zapata, E., Alemán Mejía, S. A., & Montero Rodríguez, P. (2020). Cangrejo del manglar (*Ucides occidentalis*) en la Región Tumbes, Perú. *Instituto del Mar del Perú - IMARPE*.
<https://repositorio.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/3436>
- Organismo Nacional de Sanidad Pesquera [Sanipes]. (2016a). *Indicadores sanitarios y de inocuidad para los productos pesqueros y acuícolas para mercado nacional y de exportación*. Sanipes.
http://www.sanipes.gob.pe/normativas/15_R_DE_N_057_2016_A1.pdf
- Organismo Nacional de Sanidad Pesquera [Sanipes]. (2016b). *Indicadores sanitarios y de inocuidad para los productos pesqueros y acuícolas para mercado nacional y de exportación*. Sanipes.
http://www.sanipes.gob.pe/normativas/15_R_DE_N_057_2016_A1.pdf
- Organismo Nacional de Sanidad Pesquera [Sanipes]. (2016c). *Indicadores sanitarios y de inocuidad para los productos pesqueros y acuícolas para mercado nacional y de exportación*. Sanipes.
http://www.sanipes.gob.pe/normativas/15_R_DE_N_057_2016_A1.pdf
- Ormaza-González, F. I., Castro-Rendón, R. D., Maridueña-Bravo, A., Bobadilla-Cordova, N., Ramos-Castañeda, I., & Statham, P. J. (2024). Hg, Cd, As, and Pb in surface sediments from the tropical coastal lagoon Estero Salado, Gulf of Guayaquil-Ecuador. *Frontiers in Marine Science*, 11, 1457548.
<https://doi.org/10.3389/fmars.2024.1457548>
- Recoba, Á. S., & Ramos, G. E. (2022). *Acumulación de metales pesados en especies nativas del género Anadara sp. Y en sedimentos de los manglares de Tumbes* [Tesis de grado de Bachiller en Ciencias con mención en Biología, Universidad Peruana Cayetano Heredia].

https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/11450/Acumulacion_RecobaGarcia_Alvaro.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Sánchez, A. C. (2017a). *Determinación de la concentración de plomo y arsénico presente en el tejido blando del cangrejo que se expende en el mercado El Arenal de la ciudad de Cuenca* [Tesis de Magister en Gestión de la Calidad y Seguridad Alimentaria, Universidad del Azuay]. <http://dspace.uazua.edu.ec/handle/datos/6994>

Sánchez, A. C. (2017b). *Determinación de la concentración de plomo y arsénico presente en el tejido blando del cangrejo que se expende en el mercado El Arenal de la ciudad de Cuenca* [Tesis de Magister en Gestión de la Calidad y Seguridad Alimentaria, Universidad del Azuay]. <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/6994>

Saravanan, P., Saravanan, V., Rajeshkannan, R., Arnica, G., Rajasimman, M., Baskar, G., & Pugazhendhi, A. (2024). Comprehensive review on toxic heavy metals in the aquatic system: Sources, identification, treatment strategies, and health risk assessment. *Environmental Research*, 258, 119440. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.119440>

Sarker, Md. J., Sultana, S., Hossain, S., Yu, J., Arai, T., & Hossain, M. B. (2023). Heavy metals in wild and cultured shrimp, supplied feeds, and their habitats: Assessing public health risk. *Heliyon*, 9(9), e19455. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19455>

Schudel, G., Miserendino, R. A., Veiga, M. M., Velasquez-López, P. C., Lees, P. S. J., Winland-Gaetz, S., Davée Guimarães, J. R., & Bergquist, B. A. (2018a). An investigation of mercury sources in the Puyango-Tumbes River: Using stable Hg isotopes to characterize transboundary Hg pollution.

Chemosphere, 202, 777-787.

<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.03.081>

Schudel, G., Miserendino, R. A., Veiga, M. M., Velasquez-López, P. C., Lees, P. S. J., Winland-Gaetz, S., Davée Guimarães, J. R., & Bergquist, B. A. (2018b). An investigation of mercury sources in the Puyango-Tumbes River: Using stable Hg isotopes to characterize transboundary Hg pollution.

Chemosphere, 202, 777-787.

<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.03.081>

Secretaria de Vigilância Sanitária. (1965a). *Princípios gerais para o estabelecimento de níveis máximos de contaminantes químicos em alimentos*. Secretaria de Vigilância Sanitária.

https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/1998/anexo/anexo_prt0685_27_08_1998.pdf

Secretaria de Vigilância Sanitária. (1965b). *Princípios gerais para o estabelecimento de níveis máximos de contaminantes químicos em alimentos*. Secretaria de Vigilância Sanitária.

https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/1998/anexo/anexo_prt0685_27_08_1998.pdf

Shadreck, M., & Mugadza, T. (2013). Chromium, an essential nutrient and pollutant: A review. *African Journal of Pure and Applied Chemistry*, 7(9), 310-317.

Siavichay, B. (2013). *Determinación de cadmio y plomo en el tejido blanco hepatopáncreas del Cangrejo Rojo (Ucides occidentalis) y sedimento de la Reserva Ecológica Manglares Churute* [Tesis de Biólogo, Universidad de Guayaquil]. <https://repositorio.ug.edu.ec/bitstreams/7c563029-137a-4e28-bb54-ba5e452c9b2c/download>

- Siavichay, B. R. (2013). *Determinación de cadmio y plomo en el tejido blanco hepatopáncreas del Cangrejo Rojo (Ucides occidentalis) y sedimento de la Reserva Ecológica Manglares Churute* [Tesis de Biólogo, Universidad de Guayaquil]. <https://repositorio.ug.edu.ec/items/b7eb807b-7e7a-4125-9744-9e169af88aa3>
- Solano, F. (2006). *Aspectos pesqueros biológicos y socioeconómicos de la captura de cangrejo rojo (Ucides occidentalis) en los manglares del Ecuador. Instituto Nacional de Pesca*. https://www.researchgate.net/publication/268425335_ASPECTOS_PESQUEROS_BIOLÓGICOS_Y_SOCIOECONÓMICOS_DE_LA_CAPTURA_DE_CANGREJO_ROJO_Ucides_occidentalis_EN_LOS_MANGLARES_DEL_ECUADOR
- Takahashi, K., & Martínez, A. (2015). *Impacto de la variabilidad y cambio climático en el ecosistema de Manglares de Tumbes, Perú*. Instituto Geofísico del Perú - Ministerio del Ambiente. <http://hdl.handle.net/20.500.12816/693>
- Takahashi, K., & Martínez Grimaldo, A. (2015). *Impacto de la variabilidad y cambio climático en el ecosistema de Manglares de Tumbes, Perú*. <https://repositorio.igp.gob.pe/bitstream/20.500.12816/693/2/Informemanglares2015.pdf>
- Tamayo, J. D. (2021). *Análisis de concentración de metales pesados en moluscos estuarinos en las provincias de Esmeraldas, Guayas, El Oro, Ecuador, 2009-2018* [Tesis de Biólogo, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/6650>
- Torres, J. R., Sánchez-Mejía, Z. M., Choix, F. J., Lorenzo-Márquez, H., Alcudia-Aguilar, A., & de Jesús Barrios-Calderón, R. (2023). Variación físico-química

- en agua y sedimento del manglar en tres lagunas costeras del Golfo de California. *Áreas Naturales Protegidas Scripta*, 9(3), 61-83.
- Truchet, D. M., Buzzi, N. S., Simonetti, P., & Marcovecchio, J. E. (2020). Uptake and detoxification of trace metals in estuarine crabs: Insights into the role of metallothioneins. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(25), 31905-31917. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09335-6>
- Ukhurebor, K. E., Aigbe, U. O., Onyancha, R. B., Nwankwo, W., Osibote, O. A., Paumo, H. K., Ama, O. M., Adetunji, C. O., & Siloko, I. U. (2021). Effect of hexavalent chromium on the environment and removal techniques: A review. *Journal of Environmental Management*, 280, 111809. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111809>
- Urdánigo, L. C., Zambrano, K. E., & Noles, P. (2022). *Concentración de metales pesados en el cangrejo rojo (Ucides occidentalis) del refugio de vida silvestre “Isla Corazón” cantón Sucre-Manabí* [Tesis de Ingeniero en Medio Ambiente, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López]. <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1784>
- Wilman, B., Normant-Saremba, M., Rychter, A., & Beldowska, M. (2024). Total body burden of neurotoxicant Hg in Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*)—Considerations of distribution and human risk assessment. *Marine Pollution Bulletin*, 199, 116028. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2024.116028>
- Wilson, R. (2017). Impacts of climate change on mangrove ecosystems in the coastal and marine environments of Caribbean Small Island Developing States (SIDS). *Caribbean climate change report card: science review, 2017*, 61-82.

- Yang, H. Z., Gu, W. J., Chen, W., Hwang, J. S., & Wang, L. (2019a). Metal binding characterization of heterologously expressed metallothionein of the freshwater crab *Sinopotamon henanense*. *Chemosphere*, 235, 926-934. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.06.097>
- Yang, H. Z., Gu, W. J., Chen, W., Hwang, J. S., & Wang, L. (2019b). Metal binding characterization of heterologously expressed metallothionein of the freshwater crab *Sinopotamon henanense*. *Chemosphere*, 235, 926-934. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.06.097>
- Zambrano, R. (2017). First record of malformations in males of *Ucides occidentalis* (Brachyura, Ocypodidae) in the Gulf of Guayaquil, Ecuador. *Crustaceana*, 90(5), 631-638. <https://doi.org/10.1163/15685403-00003678>
- Zapata-Cruz, M., García-Seminario, R., Hidalgo-Mogollón, A., Vieyra-Peña, E., Sánchez-Suárez, H., & Ordinola-Zapata, A. (2024). Características estructurales del mangle rojo (*Rhizophora mangle*) en el manglar de Puerto Pizarro (Tumbes, Perú). *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, 17(1), 01-15. <https://doi.org/10.29166/revfig.v17i1.5673>
- Zhang, H., & Reynolds, M. (2019). Cadmium exposure in living organisms: A short review. *Science of The Total Environment*, 678, 761-767. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.04.395>
- Zhang, Z., Jin, J., Zhang, J., Zhao, D., Li, H., Yang, C., & Huang, Y. (2022). Contamination of Heavy Metals in Sediments from an Estuarine Bay, South China: Comparison with Previous Data and Ecological Risk Assessment. *Processes*, 10(5), 837. <https://doi.org/10.3390/pr10050837>

- Zhao, S., Zhao, Y., Cui, Z., Zhang, H., & Zhang, J. (2024). Effect of pH, Temperature, and Salinity Levels on Heavy Metal Fraction in Lake Sediments. *Toxics*, 12(7), 494. <https://doi.org/10.3390/toxics12070494>
- Zulfiqar, U., Haider, F. U., Ahmad, M., Hussain, S., Maqsood, M. F., Ishfaq, M., Shahzad, B., Waqas, M. M., Ali, B., Tayyab, M. N., Ahmad, S. A., Khan, I., & Eldin, S. M. (2023). Chromium toxicity, speciation, and remediation strategies in soil-plant interface: A critical review. *Frontiers in Plant Science*, 13, 1081624. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1081624>

ANEXOS

Anexo 1. Recolección de muestras, toma de parámetros fisicoquímico.



Figura 16. Toma y medición de parámetros físico-químicos del agua recolectada



Figura 17. Recolección de ejemplares *Ucides occidentalis*



Figura 18. Recolección de muestras de agua.



Figura 19. Recolección de muestras de sedimento.

Anexo 2. Informes de ensayo de las muestras de tejido.



AnalyticaPerú

LABORATORIO - CONSULTORIA - INGENIERÍA



INFORME DE ENSAYO N° APMC-IE-2401102

Referencia Cliente	LANGOSTINO PI	CONCHA NPI	CONCHA HPI	CANGREJO PI	CONCHA NP2
Código	000125260	000125262	000125263	000125264	000125265
Condiciones ambientales en la toma de muestras	"-"-"	"-"-"	"-"-"	"-"-"	"-"-"
Fecha de Muestreo	17/12/2023	17/12/2023	17/12/2023	17/12/2023	17/12/2023
Hora de Muestreo	10:30:00	10:30:00	10:30:00	10:30:00	11:30:00

Parámetros	Unidad	L.D.	Resultados				
FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES							
Cianuro total	mg CN/kg	0.022	0.2628	0.0315	0.0480	< 0.022	< 0.022
METALES PESADOS							
Aluminio	mg/kg	0.2783	< 0.2783	< 0.2783	8.941	16.20	< 0.2783
Antimonio	mg/kg	0.0105	< 0.0105	< 0.0105	< 0.0105	< 0.0105	< 0.0105
Arsénico	mg/kg	0.0154	0.9331	0.3431	1.343	0.4663	0.4110
Bario	mg/kg	0.0236	0.0708	0.1304	0.1820	1.214	< 0.0236
Berilio	mg/kg	0.0161	< 0.0161	< 0.0161	< 0.0161	< 0.0161	< 0.0161
Boro	mg/kg	0.0379	0.1136	< 0.0379	< 0.0379	1.047	< 0.0379
Cadmio	mg/kg	0.0308	< 0.0308	0.2058	0.4274	< 0.0308	0.1914
Calcio	mg/kg	0.9412	212.4	114.4	404.0	1982	123.0
Cobalto	mg/kg	0.0169	< 0.0169	0.0507	0.0601	0.0594	0.0507
Cobre	mg/kg	0.0165	2.322	0.2329	0.7118	7.334	0.1844
Cromo	mg/kg	0.0198	0.0594	0.1217	0.0811	0.2207	< 0.0198
Estaño	mg/kg	0.1169	< 0.1169	< 0.1169	< 0.1169	< 0.1169	< 0.1169
Estroncio	mg/kg	0.0607	2.222	1.945	5.933	41.34	2.281
Hierro	mg/kg	0.4553	39.29	37.83	71.96	31.49	38.64
Litio	mg/kg	0.0146	< 0.0146	< 0.0146	0.0943	0.0710	< 0.0146
Magnesio	mg/kg	0.3061	382.2	331.8	708.1	488.3	366.9
Manganeso	mg/kg	0.0214	0.6521	0.9299	1.622	1.704	0.2900
Mercurio	mg/kg	0.0159	< 0.0159	< 0.0159	< 0.0159	< 0.0159	< 0.0159
Molibdeno	mg/kg	0.0168	< 0.0168	0.0525	0.0582	0.1157	0.0693
Níquel	mg/kg	0.0219	< 0.0219	< 0.0219	< 0.0219	0.4621	< 0.0219
Plata	mg/kg	0.0135	< 0.0135	< 0.0135	< 0.0135	< 0.0135	< 0.0135
Plomo	mg/kg	0.0141	< 0.0141	< 0.0141	< 0.0141	< 0.0141	< 0.0141
Potasio	mg/kg	1.0191	3054	459.1	1402	1129	565.9
Selenio	mg/kg	0.0308	0.3808	0.2263	0.4094	0.1455	0.1712
Silicio	mg/kg	0.3901	< 0.3901	< 0.3901	< 0.3901	8.791	< 0.3901
Sodio	mg/kg	1.0191	1218	1406	4441	1887	1935
Talio	mg/kg	0.0140	< 0.0140	< 0.0140	< 0.0140	< 0.0140	< 0.0140
Titanio	mg/kg	0.0511	0.3213	0.1533	0.2983	0.7837	0.1533
Vanadio	mg/kg	0.0205	< 0.0205	0.0615	0.0854	0.0680	0.0615
Zinc	mg/kg	0.0456	8.715	5.793	9.385	35.33	4.790





AnalyticaPerú

LABORATORIO - CONSULTORIA - INGENIERÍA



INFORME DE ENSAYO N° APMC-IE-2401102

Referencia Cliente	CANGREJO P2	LANGOSTINO P3	CONCHA NP3	CANGREJO P3	CONCHA NP4
Código	000125266	000125267	000125268	000125269	000125273
Condiciones ambientales en la toma de muestras	"-"	"-"	"-"	"-"	"-"
Fecha de Muestreo	17/12/2023	17/12/2023	17/12/2023	17/12/2023	17/12/2023
Hora de Muestreo	11:30:00	10:00:00	10:00:00	10:00:00	14:00:00

Parámetros	Unidad	L.D.	Resultados				
FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES							
Cianuro total	mg CN/kg	0.022	< 0.022	0.0893	0.0422	< 0.022	< 0.022
METALES PESADOS							
Aluminio	mg/kg	0.2783	< 0.2783	2.653	6.567	11.30	< 0.2783
Antimonio	mg/kg	0.0105	< 0.0105	< 0.0105	< 0.0105	< 0.0105	< 0.0105
Arsénico	mg/kg	0.0154	0.5487	0.6045	1.076	0.3393	0.4228
Bario	mg/kg	0.0236	< 0.0236	0.9325	0.0708	1.320	< 0.0236
Berilio	mg/kg	0.0161	< 0.0161	< 0.0161	< 0.0161	< 0.0161	< 0.0161
Boro	mg/kg	0.0379	< 0.0379	1.124	< 0.0379	< 0.0379	< 0.0379
Cadmio	mg/kg	0.0308	0.5609	< 0.0308	< 0.0308	< 0.0308	0.5043
Calcio	mg/kg	0.9412	57.03	3842	301.9	664.3	49.51
Cobalto	mg/kg	0.0169	< 0.0169	0.1074	< 0.0169	< 0.0169	0.0507
Cobre	mg/kg	0.0165	0.1160	3.735	5.375	2.908	0.2042
Cromo	mg/kg	0.0198	< 0.0198	< 0.0198	< 0.0198	0.0594	0.0594
Estaño	mg/kg	0.1169	< 0.1169	< 0.1169	< 0.1169	< 0.1169	< 0.1169
Estroncio	mg/kg	0.0607	1.212	86.76	3.250	11.13	0.8850
Hierro	mg/kg	0.4553	6.866	7.262	17.06	27.29	12.63
Litio	mg/kg	0.0146	0.0462	0.0735	< 0.0146	< 0.0146	0.0437
Magnesio	mg/kg	0.3061	228.8	668.8	328.6	168.1	201.2
Manganeso	mg/kg	0.0214	0.6783	2.322	0.7324	0.6181	0.8145
Mercurio	mg/kg	0.0159	< 0.0159	< 0.0159	< 0.0159	< 0.0159	< 0.0159
Molibdeno	mg/kg	0.0168	< 0.0168	0.0508	< 0.0168	< 0.0168	< 0.0168
Níquel	mg/kg	0.0219	< 0.0219	0.4586	< 0.0219	< 0.0219	< 0.0219
Plata	mg/kg	0.0135	< 0.0135	< 0.0135	0.0672	< 0.0135	< 0.0135
Plomo	mg/kg	0.0141	< 0.0141	< 0.0141	< 0.0141	0.0423	< 0.0141
Potasio	mg/kg	1.0191	585.6	1329	2101	832.8	344.5
Selenio	mg/kg	0.0308	0.1446	0.1735	0.8334	0.3318	0.1559
Silicio	mg/kg	0.3901	< 0.3901	< 0.3901	< 0.3901	< 0.3901	< 0.3901
Sodio	mg/kg	1.0191	1433	2733	1075	533.9	898.7
Talio	mg/kg	0.0140	< 0.0140	< 0.0140	< 0.0140	< 0.0140	< 0.0140
Titanio	mg/kg	0.0511	0.1533	0.3100	0.4931	0.4592	0.1533
Vanadio	mg/kg	0.0205	< 0.0205	0.0615	0.0615	0.0615	< 0.0205
Zinc	mg/kg	0.0456	2.166	32.30	9.568	28.85	3.548





AnalyticaPerú

LABORATORIO - CONSULTORIA - INGENIERÍA



INFORME DE ENSAYO N° APMC-IE-2401102

Referencia Cliente	CONCHA HP4	CANGREJO P4
Código	000125274	000125275
Condiciones ambientales en la toma de muestras	"-/-"	"-/-"
Fecha de Muestreo	17/12/2023	17/12/2023
Hora de Muestreo	14:00:00	14:00:00

Parámetros	Unidad	L.D.	Resultados	
FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES				
Cianuro total	mg CN/kg	0.022	0.0416	0.2844
METALES PESADOS				
Aluminio	mg/kg	0.2783	< 0.2783	23.69
Antimonio	mg/kg	0.0105	< 0.0105	< 0.0105
Arsénico	mg/kg	0.0154	0.8123	0.4836
Bario	mg/kg	0.0236	< 0.0236	0.2445
Berilio	mg/kg	0.0161	< 0.0161	< 0.0161
Boro	mg/kg	0.0379	< 0.0379	< 0.0379
Cadmio	mg/kg	0.0308	0.2523	< 0.0308
Calcio	mg/kg	0.9412	163.9	537.9
Cobalto	mg/kg	0.0169	0.0507	0.0507
Cobre	mg/kg	0.0165	0.9371	5.180
Cromo	mg/kg	0.0198	< 0.0198	0.0594
Estaño	mg/kg	0.1169	< 0.1169	< 0.1169
Estroncio	mg/kg	0.0607	2.737	9.987
Hierro	mg/kg	0.4553	22.47	47.09
Litio	mg/kg	0.0146	< 0.0146	< 0.0146
Magnesio	mg/kg	0.3061	448.5	217.4
Manganeso	mg/kg	0.0214	1.718	0.6225
Mercurio	mg/kg	0.0159	< 0.0159	< 0.0159
Molibdeno	mg/kg	0.0168	0.0503	0.0503
Níquel	mg/kg	0.0219	< 0.0219	< 0.0219
Plata	mg/kg	0.0135	< 0.0135	< 0.0135
Plomo	mg/kg	0.0141	< 0.0141	< 0.0141
Potasio	mg/kg	1.0191	607.6	533.8
Selenio	mg/kg	0.0308	0.3115	0.1118
Silicio	mg/kg	0.3901	< 0.3901	< 0.3901
Sodio	mg/kg	1.0191	1961	874.8
Talio	mg/kg	0.0140	< 0.0140	< 0.0140
Titanio	mg/kg	0.0511	0.1533	0.7920
Vanadio	mg/kg	0.0205	0.0615	0.0893
Zinc	mg/kg	0.0456	7.564	33.22

ANALYTICA PERÚ S.A.C

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización de la Gerencia General de Analytica Perú S.A.C.





INFORME DE ENSAYO N° G00004636

Referencia Cliente	LANGOSTINO P1 SNLMT	LANGOSTINO P2 EL BENDITO	CONCHA NP1 SNLMT	CONCHA NP2 EL BENDITO	CONCHA HP1 SNLMT
Código	000144437	000144438	000144439	000144440	000144441
Condiciones ambientales en la toma de muestras	"-_-"	"-_-"	"-_-"	"-_-"	"-_-"
Fecha de Muestreo	03/08/2024	03/08/2024	03/08/2024	03/08/2024	03/08/2024
Hora de Muestreo	11:15:00	09:00:00	11:15:00	09:00:00	11:15:00

Parámetros	Unidad	L.D.	Resultados				
FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES							
Cianuro total	mg CN/kg	0.022	< 0.022	< 0.022	< 0.022	< 0.022	< 0.022
METALES TOTALES							
Aluminio	mg/kg	0.2783	0.8349	0.8349	< 0.2783	0.8349	8.280
Antimonio	mg/kg	0.0105	< 0.0105	< 0.0105	< 0.0105	< 0.0105	< 0.0105
Arsénico	mg/kg	0.0154	0.7625	1.285	1.219	1.194	1.221
Bario	mg/kg	0.0236	0.0708	< 0.0236	0.0708	0.0708	0.3473
Berilio	mg/kg	0.0161	< 0.0161	< 0.0161	< 0.0161	< 0.0161	< 0.0161
Boro	mg/kg	0.0379	1.517	< 0.0379	< 0.0379	1.736	1.851
Cadmio	mg/kg	0.0308	0.2672	< 0.0308	< 0.0308	0.2389	0.1114
Calcio	mg/kg	0.9412	241.3	195.9	337.9	205.5	258.4
Cesio	mg/kg	0.027	< 0.027	< 0.027	< 0.027	< 0.027	< 0.027
Cobalto	mg/kg	0.0169	0.0507	< 0.0169	< 0.0169	0.0507	0.0507
Cobre	mg/kg	0.0165	0.5593	2.536	2.588	0.3734	0.9348
Cromo	mg/kg	0.0198	0.0594	0.1766	0.0594	0.0594	0.0594
Estaño	mg/kg	0.1169	< 0.1169	< 0.1169	< 0.1169	< 0.1169	< 0.1169
Estroncio	mg/kg	0.0607	3.745	2.215	3.979	4.187	4.571
Hierro	mg/kg	0.4553	17.74	4.588	1.378	37.60	36.15
Litio	mg/kg	0.0146	0.0437	< 0.0146	0.1074	< 0.0146	0.1644
Magnesio	mg/kg	0.3061	457.3	391.1	481.7	596.5	596.4
Manganeso	mg/kg	0.0214	1.162	0.4848	0.2676	0.4296	1.147
Mercurio	mg/kg	0.0159	< 0.0159	< 0.0159	< 0.0159	< 0.0159	0.0476
Molibdeno	mg/kg	0.0168	< 0.0168	< 0.0168	< 0.0168	< 0.0168	< 0.0168
Niquel	mg/kg	0.0219	0.0792	< 0.0219	< 0.0219	< 0.0219	< 0.0219
Plata	mg/kg	0.0135	0.0630	< 0.0135	< 0.0135	< 0.0135	0.0405
Plomo	mg/kg	0.0141	0.0444	< 0.0141	< 0.0141	0.0423	0.1714
Potasio	mg/kg	1.0191	952.6	3734	4344	1380	1366
Selenio	mg/kg	0.0308	0.4179	0.3602	0.4184	0.3433	0.4659
Silicio	mg/kg	0.3901	7.025	15.13	13.54	6.054	10.87
Sodio	mg/kg	1.0191	2343	1714	2000	3600	4022
Taio	mg/kg	0.0140	< 0.0140	< 0.0140	< 0.0140	< 0.0140	< 0.0140
Titanio	mg/kg	0.0511	0.1533	0.2299	0.2782	0.1533	0.2480
Vanadio	mg/kg	0.0205	< 0.0205	< 0.0205	< 0.0205	0.0615	0.0615
Zinc	mg/kg	0.0456	5.933	7.253	9.830	4.593	5.327





INFORME DE ENSAYO N° G000004636

Referencia Cliente	CONCHA HP2 EL BENDITO	CANGREJO P1 SNLMT	CANGREJO P2 EL BENDITO	LANGOSTINO P3 PUERTO PIZARRO	CONCHA NP3 PUERTO PIZARRO
Código	000144442	000144443	000144444	000144445	000144446
Condiciones ambientales en la toma de muestras	"-"-"	"-"-"	"-"-"	"-"-"	"-"-"
Fecha de Muestreo	03/08/2024	03/08/2024	03/08/2024	04/08/2024	04/08/2024
Hora de Muestreo	09:00:00	11:15:00	09:00:00	12:20:00	12:20:00

Parámetros	Unidad	L.D.	Resultados				
FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES							
Cianuro total	mg CN/kg	0.022	< 0.022	< 0.022	< 0.022	< 0.022	< 0.022
METALES TOTALES							
Aluminio	mg/kg	0.2783	0.8349	< 0.2783	0.8349	0.8349	0.8349
Antimonio	mg/kg	0.0105	< 0.0105	< 0.0105	< 0.0105	< 0.0105	< 0.0105
Arsénico	mg/kg	0.0154	0.9153	0.6262	0.4662	1.655	1.230
Bario	mg/kg	0.0236	0.0708	0.0708	0.1531	0.0778	< 0.0236
Berilio	mg/kg	0.0161	< 0.0161	< 0.0161	< 0.0161	< 0.0161	< 0.0161
Boro	mg/kg	0.0379	1.531	1.288	1.012	< 0.0379	1.852
Cadmio	mg/kg	0.0308	0.6343	< 0.0308	< 0.0308	< 0.0308	0.0924
Calcio	mg/kg	0.9412	272.6	647.3	596.0	184.0	289.0
Cesio	mg/kg	0.027	< 0.027	< 0.027	< 0.027	< 0.027	< 0.027
Cobalto	mg/kg	0.0169	0.0507	< 0.0169	< 0.0169	< 0.0169	0.0507
Cobre	mg/kg	0.0165	0.5460	5.292	6.189	2.438	0.3785
Cromo	mg/kg	0.0198	0.0594	< 0.0198	< 0.0198	< 0.0198	0.0594
Estaño	mg/kg	0.1169	< 0.1169	< 0.1169	< 0.1169	< 0.1169	< 0.1169
Estroncio	mg/kg	0.0607	4.979	9.058	8.594	1.891	5.573
Hierro	mg/kg	0.4553	20.69	1.3659	1.955	1.773	19.29
Litio	mg/kg	0.0146	0.0437	0.0437	0.1398	< 0.0146	0.0437
Magnesio	mg/kg	0.3061	650.8	700.6	557.9	378.0	766.3
Manganeso	mg/kg	0.0214	1.499	0.1258	0.1696	0.4586	0.9149
Mercurio	mg/kg	0.0159	< 0.0159	< 0.0159	< 0.0159	< 0.0159	< 0.0159
Molibdeno	mg/kg	0.0168	< 0.0168	< 0.0168	< 0.0168	< 0.0168	< 0.0168
Niquel	mg/kg	0.0219	0.0656	< 0.0219	< 0.0219	< 0.0219	< 0.0219
Plata	mg/kg	0.0135	0.0405	< 0.0135	0.0405	< 0.0135	0.0405
Plomo	mg/kg	0.0141	0.0423	< 0.0141	< 0.0141	< 0.0141	0.0491
Potasio	mg/kg	1.0191	1437	3517	2694	3395	1499
Selenio	mg/kg	0.0308	0.4259	0.2071	0.1539	0.3044	0.4362
Silicio	mg/kg	0.3901	7.065	13.14	9.520	13.65	7.585
Sodio	mg/kg	1.0191	4031	3761	3248	1763	4766
Taio	mg/kg	0.0140	< 0.0140	< 0.0140	< 0.0140	< 0.0140	< 0.0140
Titanio	mg/kg	0.0511	0.1533	0.1533	0.1533	0.2466	0.1533
Vanadio	mg/kg	0.0205	0.0615	< 0.0205	< 0.0205	< 0.0205	< 0.0205
Zinc	mg/kg	0.0456	4.072	43.52	35.68	6.319	5.070





AnalyticaPerú

LABORATORIO - CONSULTORIA - INGENIERÍA



INFORME DE ENSAYO N° G000004636

Referencia Cliente	CONCHA HP3 PUERTO PIZARRO	CANGREJO P3 PUERTO PIZARRO	LANGOSTINO P4 BOCA RÍO	CONCHA NP4 BOCA RÍO	CONCHA HP4 BOCA RÍO
Código	000144447	000144448	000144449	000144450	000144451
Condiciones ambientales en la toma de muestras	"-.-"	"-.-"	"-.-"	"-.-"	"-.-"
Fecha de Muestreo	04/08/2024	04/08/2024	04/08/2024	04/08/2024	04/08/2024
Hora de Muestreo	12:20:00	12:20:00	09:10:00	09:10:00	09:10:00
Parámetros	Unidad	L.D.	Resultados		
FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES					
Cianuro total	mg CN/kg	0.022	< 0.022	< 0.022	< 0.022
METALES TOTALES					
Aluminio	mg/kg	0.2783	< 0.2783	0.8349	0.8349
Antimonio	mg/kg	0.0105	< 0.0105	< 0.0105	< 0.0105
Arsénico	mg/kg	0.0154	0.8006	0.5857	1.004
Bario	mg/kg	0.0236	0.0708	0.0708	0.0918
Berilio	mg/kg	0.0161	< 0.0161	< 0.0161	< 0.0161
Boro	mg/kg	0.0379	0.4958	0.8738	< 0.0379
Cadmio	mg/kg	0.0308	0.0924	< 0.0308	< 0.0308
Calcio	mg/kg	0.9412	330.0	684.3	346.2
Cesio	mg/kg	0.027	< 0.027	< 0.027	< 0.027
Cobalto	mg/kg	0.0169	0.0507	< 0.0169	< 0.0169
Cobre	mg/kg	0.0165	0.8779	8.414	3.231
Cromo	mg/kg	0.0198	< 0.0198	< 0.0198	0.0594
Estaño	mg/kg	0.1169	< 0.1169	< 0.1169	< 0.1169
Estroncio	mg/kg	0.0607	5.386	9.922	4.713
Hierro	mg/kg	0.4553	14.18	1.924	3.054
Litio	mg/kg	0.0146	< 0.0146	< 0.0146	< 0.0146
Magnesio	mg/kg	0.3061	565.1	651.4	380.6
Manganeso	mg/kg	0.0214	1.052	0.0833	0.2677
Mercurio	mg/kg	0.0159	0.0476	< 0.0159	< 0.0159
Molibdeno	mg/kg	0.0168	< 0.0168	< 0.0168	< 0.0168
Níquel	mg/kg	0.0219	< 0.0219	< 0.0219	< 0.0219
Plata	mg/kg	0.0135	< 0.0135	< 0.0135	< 0.0135
Plomo	mg/kg	0.0141	0.1118	< 0.0141	0.0582
Potasio	mg/kg	1.0191	940.4	3160	3861
Selenio	mg/kg	0.0308	0.3700	0.1827	0.5099
Silicio	mg/kg	0.3901	3.889	11.18	10.83
Sodio	mg/kg	1.0191	3144	3296	2050
Talio	mg/kg	0.0140	< 0.0140	< 0.0140	< 0.0140
Titanio	mg/kg	0.0511	< 0.0511	0.1533	0.2523
Vanadio	mg/kg	0.0205	< 0.0205	< 0.0205	< 0.0205
Zinc	mg/kg	0.0456	3.936	36.47	6.811





INFORME DE ENSAYO N° G00004636

Referencia Cliente	CANGREJO P4 BOCA RÍO
Código	000144452
Condiciones ambientales en la toma de muestras	"-"
Fecha de Muestreo	04/08/2024
Hora de Muestreo	09:10:00

Parámetros	Unidad	LD.	Resultados
FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES			
Cianuro total	mg CN/kg	0.022	< 0.022
METALES TOTALES			
Aluminio	mg/kg	0.2783	14.33
Antimonio	mg/kg	0.0105	< 0.0105
Arsénico	mg/kg	0.0154	0.2571
Bario	mg/kg	0.0236	0.2429
Berilio	mg/kg	0.0161	< 0.0161
Boro	mg/kg	0.0379	0.2956
Cadmio	mg/kg	0.0308	< 0.0308
Calcio	mg/kg	0.9412	1056
Cesio	mg/kg	0.027	< 0.027
Cobalto	mg/kg	0.0169	< 0.0169
Cobre	mg/kg	0.0165	7.761
Cromo	mg/kg	0.0198	0.0594
Estaño	mg/kg	0.1169	< 0.1169
Estroncio	mg/kg	0.0607	15.63
Hierro	mg/kg	0.4553	3.019
Litio	mg/kg	0.0146	< 0.0146
Magnesio	mg/kg	0.3061	650.3
Manganeso	mg/kg	0.0214	0.0898
Mercurio	mg/kg	0.0159	< 0.0159
Molibdeno	mg/kg	0.0168	< 0.0168
Níquel	mg/kg	0.0219	< 0.0219
Plata	mg/kg	0.0135	< 0.0135
Plomo	mg/kg	0.0141	< 0.0141
Potasio	mg/kg	1.0191	3518
Selenio	mg/kg	0.0308	0.2573
Silicio	mg/kg	0.3901	13.37
Sodio	mg/kg	1.0191	3153
Talio	mg/kg	0.0140	< 0.0140
Titanio	mg/kg	0.0511	0.4534
Vanadio	mg/kg	0.0205	< 0.0205
Zinc	mg/kg	0.0456	39.76

ANALYTICA PERÚ S.A.C

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización de la Gerencia General de Analytica Perú S.A.C.





INFORME DE ENSAYO N° G000004312

Referencia Cliente	CONCHA NP3 BOCA DE RIO T	CONCHA HP3 BOCA DE RIO T	CANGREJO P3 - BOCA DE RIO T	CONCHA NP4 PUERTO PIZARRO	CONCHA HP4 PUERTO PIZARRO
Código	000136717	000136725	000136726	000136727	000136728
Condiciones ambientales en la toma de muestras	Despejado	Despejado	Despejado	Despejado	Despejado
Fecha de Muestreo	22/04/2024	22/04/2024	22/04/2024	22/04/2024	22/04/2024
Hora de Muestreo	08:30:00	08:30:00	08:30:00	11:30:00	11:30:00
Parámetros	Unidad	L. D.	Resultados		
FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES					
Cianuro total	mg CN/kg	0.022	< 0.022	< 0.022	< 0.022
METALES TOTALES					
Aluminio	mg/kg	0.2783	< 0.2783	< 0.2783	< 0.2783
Antimonio	mg/kg	0.0105	< 0.0105	< 0.0105	< 0.0105
Arsénico	mg/kg	0.0154	0.5793	0.6957	0.2728
Bario	mg/kg	0.0236	0.0708	0.0708	0.0708
Berilio	mg/kg	0.0161	< 0.0161	< 0.0161	< 0.0161
Boro	mg/kg	0.0379	0.9621	1.082	1.098
Cadmio	mg/kg	0.0308	1.356	0.2381	< 0.0308
Calcio	mg/kg	0.9412	245.2	302.0	861.9
Cesio	mg/kg	0.027	< 0.027	< 0.027	< 0.027
Cobalto	mg/kg	0.0169	0.0535	0.0507	< 0.0169
Cobre	mg/kg	0.0165	0.8423	0.4458	5.267
Cromo	mg/kg	0.0198	< 0.0198	< 0.0198	< 0.0198
Estaño	mg/kg	0.1169	< 0.1169	< 0.1169	< 0.1169
Estroncio	mg/kg	0.0607	3.113	4.004	11.53
Hierro	mg/kg	0.4553	15.74	15.25	1.401
Litio	mg/kg	0.0146	< 0.0146	< 0.0146	< 0.0146
Magnesio	mg/kg	0.3061	439.9	502.1	679.8
Manganeso	mg/kg	0.0214	0.8065	0.6944	0.0641
Mercurio	mg/kg	0.0159	0.0476	< 0.0159	< 0.0159
Molibdeno	mg/kg	0.0168	< 0.0168	< 0.0168	< 0.0168
Niquel	mg/kg	0.0219	< 0.0219	< 0.0219	< 0.0219
Plata	mg/kg	0.0135	< 0.0135	< 0.0135	< 0.0135
Plomo	mg/kg	0.0141	0.0604	0.0468	< 0.0141
Potasio	mg/kg	1.0191	825.5	1034	2490
Selenio	mg/kg	0.0308	0.4101	0.3329	0.1632
Silicio	mg/kg	0.3901	4.408	4.453	7.524
Sodio	mg/kg	1.0191	2504	3272	2976
Talio	mg/kg	0.0140	< 0.0140	< 0.0140	< 0.0140
Titanio	mg/kg	0.0511	< 0.0511	< 0.0511	< 0.0511
Vanadio	mg/kg	0.0205	< 0.0205	< 0.0205	< 0.0205
Zinc	mg/kg	0.0456	6.793	6.171	44.86





INFORME DE ENSAYO N° G000004312

Referencia Cliente	CANGREJO P4 - PUERTO PIZARRO	LANGOSTINO P4 - PUERTO PIZARRO	LANGOSTINO P1 - SANTUARIO NACIONAL	CONCHA NP1 - SANTUARIO NACIONAL	CONCHA HP1 - SANTUARIO NACIONAL
Código	000136729	000136730	000136731	000136732	000136733
Condiciones ambientales en la toma de muestras	Despejado	Despejado	Despejado	Despejado	Despejado
Fecha de Muestreo	22/04/2024	22/04/2024	21/04/2024	21/04/2024	21/04/2024
Hora de Muestreo	11:30:00	11:30:00	11:00:00	11:00:00	11:00:00

Parámetros	Unidad	L. D.	Resultados			
------------	--------	-------	------------	--	--	--

FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES

Cianuro total	mg CN/kg	0.022	< 0.022	< 0.022	< 0.022	< 0.022	< 0.022
---------------	----------	-------	---------	---------	---------	---------	---------

METALES TOTALES

Aluminio	mg/kg	0.2783	61.42	0.9582	< 0.2783	< 0.2783	< 0.2783
Antimonio	mg/kg	0.0105	< 0.0105	< 0.0105	< 0.0105	< 0.0105	< 0.0105
Arsénico	mg/kg	0.0154	0.9647	1.231	0.5147	0.5155	0.5028
Bario	mg/kg	0.0236	0.0708	0.0708	0.0708	0.0708	0.0708
Berilio	mg/kg	0.0161	< 0.0161	< 0.0161	< 0.0161	< 0.0161	< 0.0161
Boro	mg/kg	0.0379	0.9757	0.1817	< 0.0379	0.8079	0.7057
Cadmio	mg/kg	0.0308	< 0.0308	< 0.0308	< 0.0308	0.0924	< 0.0308
Calcio	mg/kg	0.9412	880.1	388.3	315.9	225.9	786.7
Cesio	mg/kg	0.027	< 0.027	< 0.027	< 0.027	< 0.027	< 0.027
Cobalto	mg/kg	0.0169	0.1720	< 0.0169	0.0592	0.0507	< 0.0169
Cobre	mg/kg	0.0165	8.065	2.942	3.438	0.2400	10.52
Cromo	mg/kg	0.0198	< 0.0198	< 0.0198	< 0.0198	< 0.0198	< 0.0198
Estaño	mg/kg	0.1169	< 0.1169	< 0.1169	< 0.1169	< 0.1169	< 0.1169
Estroncio	mg/kg	0.0607	14.63	3.891	2.822	3.463	13.34
Hierro	mg/kg	0.4553	83.80	5.211	9.003	64.65	1.3659
Litio	mg/kg	0.0146	0.0437	< 0.0146	< 0.0146	< 0.0146	0.0437
Magnesio	mg/kg	0.3061	846.5	258.7	161.9	516.5	723.0
Manganeso	mg/kg	0.0214	3.100	0.5598	4.280	0.8284	0.0944
Mercurio	mg/kg	0.0159	< 0.0159	< 0.0159	< 0.0159	< 0.0159	< 0.0159
Molibdeno	mg/kg	0.0168	< 0.0168	< 0.0168	< 0.0168	0.0503	< 0.0168
Níquel	mg/kg	0.0219	0.1343	< 0.0219	4.018	0.0906	< 0.0219
Plata	mg/kg	0.0135	< 0.0135	< 0.0135	< 0.0135	< 0.0135	< 0.0135
Plomo	mg/kg	0.0141	0.0423	< 0.0141	< 0.0141	0.0423	< 0.0141
Potasio	mg/kg	1.0191	2511	2355	3283	829.7	2064
Selenio	mg/kg	0.0308	0.1769	0.5077	0.3503	0.2803	0.1138
Silicio	mg/kg	0.3901	5.605	5.940	17.60	3.881	5.542
Sodio	mg/kg	1.0191	3089	1858	2313	3077	2957
Talio	mg/kg	0.0140	< 0.0140	< 0.0140	< 0.0140	< 0.0140	< 0.0140
Titanio	mg/kg	0.0511	0.1533	0.1533	0.1533	0.1533	< 0.0511
Vanadio	mg/kg	0.0205	0.0615	0.0615	0.0615	0.0615	< 0.0205
Zinc	mg/kg	0.0456	46.99	6.956	11.37	6.569	39.28





INFORME DE ENSAYO N° G000004312

Referencia Cliente	CANGREJO P1 - SANTUARIO NACIONAL	LANGOSTINO P2 - EL BENDITO	CONCHA NP2 - EL BENDITO	CONCHA HP2 - EL BENDITO	CANGREJO P2 - EL BENDITO
Código	000136734	000136735	000136736	000136737	000136738
Condiciones ambientales en la toma de muestras	Despejado	Despejado	Despejado	Despejado	Despejado
Fecha de Muestreo	21/04/2024	21/04/2024	21/04/2024	21/04/2024	21/04/2024
Hora de Muestreo	11:00:00	08:35:00	08:35:00	08:35:00	08:35:00
Parámetros	Unidad	L.D.	Resultados		
FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES					
Cianuro total	mg CN/kg	0.022	< 0.022	< 0.022	< 0.022
METALES TOTALES					
Aluminio	mg/kg	0.2783	116.5	1.390	< 0.2783
Antimonio	mg/kg	0.0105	< 0.0105	< 0.0105	< 0.0105
Arsénico	mg/kg	0.0154	0.4311	0.3633	0.7557
Bario	mg/kg	0.0236	0.0708	0.0708	0.0708
Berilio	mg/kg	0.0161	< 0.0161	< 0.0161	< 0.0161
Boro	mg/kg	0.0379	0.5532	0.1372	1.129
Cadmio	mg/kg	0.0308	< 0.0308	< 0.0308	0.1444
Calcio	mg/kg	0.9412	688.9	367.8	324.4
Cesio	mg/kg	0.027	< 0.027	< 0.027	< 0.027
Cobalto	mg/kg	0.0169	< 0.0169	< 0.0169	0.0637
Cobre	mg/kg	0.0165	9.279	2.765	0.3815
Cromo	mg/kg	0.0198	< 0.0198	< 0.0198	< 0.0198
Estaño	mg/kg	0.1169	< 0.1169	< 0.1169	< 0.1169
Estroncio	mg/kg	0.0607	9.204	4.778	4.978
Hierro	mg/kg	0.4553	1.3659	3.665	115.4
Litio	mg/kg	0.0146	< 0.0146	< 0.0146	< 0.0146
Magnesio	mg/kg	0.3061	590.2	96.85	721.4
Manganeso	mg/kg	0.0214	0.1088	0.1353	1.327
Mercurio	mg/kg	0.0159	< 0.0159	< 0.0159	< 0.0159
Molibdeno	mg/kg	0.0168	< 0.0168	< 0.0168	0.0503
Níquel	mg/kg	0.0219	< 0.0219	< 0.0219	0.0656
Plata	mg/kg	0.0135	< 0.0135	< 0.0135	< 0.0135
Plomo	mg/kg	0.0141	< 0.0141	0.0423	0.0423
Potasio	mg/kg	1.0191	1812	1792	839.5
Selenio	mg/kg	0.0308	0.1132	0.2777	0.3136
Silicio	mg/kg	0.3901	6.585	4.390	5.366
Sodio	mg/kg	1.0191	2611	2072	4034
Talio	mg/kg	0.0140	< 0.0140	< 0.0140	< 0.0140
Titanio	mg/kg	0.0511	0.1533	0.1533	0.1533
Vanadio	mg/kg	0.0205	< 0.0205	< 0.0205	0.0841
Zinc	mg/kg	0.0456	35.49	6.948	8.718





AnalyticaPerú

LABORATORIO - CONSULTORIA - INGENIERÍA



INFORME DE ENSAYO N° G000004205

Referencia Cliente	LANGOSTINO P1 - SANT. NAC. MAG. TUMB	CONCHA NP1 - SANT. NAC. MAG. TUMB	CANGREJO P1 - SANT. NAC. MAG. TUMB	LANGOSTINO P2 - EL BENDITO	CONCHA NP2 - EL BENDITO
Código	000133452	000133453	000133454	000133455	000133457
Condiciones ambientales en la toma de muestras	Despejado	Despejado	Despejado	Despejado	Despejado
Fecha de Muestreo	10/03/2024	10/03/2024	10/03/2024	10/03/2024	10/03/2024
Hora de Muestreo	11:30:00	11:30:00	11:50:00	08:50:00	08:50:00

Parámetros	L.D.	Resultados				
FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES						
Cianuro total	0.022	0.504	< 0.022	< 0.022	< 0.022	< 0.022
METALES PESADOS						
Aluminio	0.2783	152.1	1.794	4.180	10.42	< 0.2783
Antimonio	0.0105	< 0.0105	< 0.0105	< 0.0105	< 0.0105	< 0.0105
Arsénico	0.0154	0.3745	0.5529	0.4196	0.6008	0.7717
Bario	0.0236	0.1252	0.0708	0.1001	0.2564	0.0766
Berilio	0.0161	< 0.0161	< 0.0161	< 0.0161	< 0.0161	< 0.0161
Baro	0.0379	< 0.0379	0.3759	0.2052	< 0.0379	0.2921
Cadmio	0.0308	< 0.0308	0.0924	< 0.0308	< 0.0308	< 0.0308
Calcio	0.9412	864.3	308.8	1159	1276	1171
Cobalto	0.0169	< 0.0169	0.0507	< 0.0169	0.0507	< 0.0169
Cobre	0.0165	5.946	0.3510	3.303	2.499	5.333
Cromo	0.0198	0.1060	0.0594	0.0594	< 0.0198	0.0594
Estaño	0.1169	< 0.1169	< 0.1169	< 0.1169	< 0.1169	< 0.1169
Estroncio	0.0607	9.770	3.713	16.78	17.59	17.06
Hierro	0.4553	16.99	63.26	1.3659	19.58	1.917
Litio	0.0146	0.0965	0.0437	0.0606	0.0784	0.0875
Magnesio	0.3061	294.6	593.4	713.5	377.1	1040
Manganeso	0.0214	0.5190	1.422	0.1231	5.631	0.0989
Mercurio	0.0159	< 0.0159	< 0.0159	< 0.0159	< 0.0159	< 0.0159
Molibdeno	0.0168	< 0.0168	0.0503	< 0.0168	< 0.0168	< 0.0168
Níquel	0.0219	0.0656	0.0656	< 0.0219	0.0656	< 0.0219
Plata	0.0135	< 0.0135	0.0405	< 0.0135	< 0.0135	< 0.0135
Plomo	0.0141	0.0688	0.0423	0.8697	0.0540	0.0423
Potasio	1.0191	2489	812.6	1889	2646	2807
Selenio	0.0308	0.2501	0.4059	0.1750	0.4314	0.2088
Silicio	0.3901	5.496	3.746	1.628	5.936	4.071
Sodio	1.0191	1487	2531	1926	1813	3376
Taio	0.0140	< 0.0140	< 0.0140	< 0.0140	< 0.0140	< 0.0140
Titanio	0.0511	0.2545	0.1533	0.1533	0.4633	0.1533
Vanadio	0.0205	0.0615	0.0615	< 0.0205	0.0787	< 0.0205
Zinc	0.0456	6.552	7.990	33.34	6.541	41.14





AnalyticaPerú

LABORATORIO - CONSULTORIA - INGENIERÍA



INFORME DE ENSAYO N° G000004205

Referencia Cliente	CONCHA HP2 - EL BENDITO	CANGREJO P2 - EL BENDITO	LANGOSTINO P3 - BOCA DEL RIO TUMBES	CONCHA NP3- BOCA DE RIO TUMBES	CANGREJO P3- BOCA RIO TUMBES
Código	000133458	000133459	000133463	000133464	000133465
Condiciones ambientales en la toma de muestras	Despejado	Despejado	Despejado	Despejado	Despejado
Fecha de Muestreo	10/03/2024	10/03/2024	09/03/2024	09/03/2024	09/03/2024
Hora de Muestreo	08:50:00	08:50:00	09:00:00	09:00:00	09:00:00

Parámetros	LD.	Resultados				
FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES						
Cianuro total	0.022	< 0.022	< 0.022	< 0.022	< 0.022	< 0.022
METALES PESADOS						
Aluminio	0.2783	0.8349	< 0.2783	5.395	3.447	< 0.2783
Antimonio	0.0105	< 0.0105	< 0.0105	< 0.0105	< 0.0105	< 0.0105
Arsénico	0.0154	0.7270	0.9988	0.4350	0.7836	0.4204
Bario	0.0236	0.0708	0.0708	0.2317	0.7102	0.5087
Berilio	0.0161	< 0.0161	< 0.0161	< 0.0161	< 0.0161	< 0.0161
Boro	0.0379	0.3668	0.4928	< 0.0379	< 0.0379	< 0.0379
Cadmio	0.0308	0.1708	0.1244	< 0.0308	2.398	< 0.0308
Calcio	0.9412	443.8	302.2	983.2	294.8	1105
Cobalto	0.0169	0.0507	0.0507	< 0.0169	0.1282	< 0.0169
Cobre	0.0165	0.3127	0.5237	2.636	1.498	5.546
Cromo	0.0198	0.0594	< 0.0198	0.0594	< 0.0198	< 0.0198
Estaño	0.1169	< 0.1169	< 0.1169	< 0.1169	< 0.1169	< 0.1169
Estroncio	0.0607	4.125	3.582	10.25	2.693	14.79
Hierro	0.4553	32.79	27.18	12.95	45.95	2.987
Litio	0.0146	0.0437	0.0979	0.0931	0.0799	0.0961
Magnesio	0.3061	543.4	521.1	345.8	315.8	894.5
Manganeso	0.0214	0.8174	1.500	0.7132	12.24	0.2345
Mercurio	0.0159	< 0.0159	< 0.0159	< 0.0159	0.0476	< 0.0159
Molibdeno	0.0168	0.0503	0.0503	< 0.0168	0.0503	< 0.0168
Níquel	0.0219	0.0656	0.0683	0.0656	0.1252	< 0.0219
Plata	0.0135	0.0550	0.0405	< 0.0135	0.1376	< 0.0135
Plomo	0.0141	0.0953	0.0906	1.011	0.7090	0.0446
Potasio	1.0191	1210	1294	2565	876.8	1768
Selenio	0.0308	0.2338	0.2846	0.3442	0.8390	0.3190
Silicio	0.3901	< 0.3901	1.255	6.954	3.056	4.812
Sodio	1.0191	3192	3048	1589	1278	2563
Talio	0.0140	< 0.0140	< 0.0140	< 0.0140	< 0.0140	< 0.0140
Titanio	0.0511	0.1533	0.1533	0.3878	0.1533	< 0.0511
Vanadio	0.0205	0.0615	0.0615	0.0615	0.0628	< 0.0205
Zinc	0.0456	4.581	5.591	6.761	7.416	55.21





AnalyticaPerú

LABORATORIO - CONSULTORIA - INGENIERÍA



INFORME DE ENSAYO N° G000004205

Referencia Cliente	CONCHA NP4- PUERTO PIZARRO	CONCHA HP4- PUERTO PIZARRO	CANGREJO P4- PUERTO PIZARRO
Código	000133466	000133467	000133468
Condiciones ambientales en la toma de muestras	Despejado	Despejado	Despejado
Fecha de Muestreo	09/03/2024	09/03/2024	09/03/2024
Hora de Muestreo	12:00:00	12:00:00	12:00:00

Parámetros	L.D.	Resultados		
FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES				
Cianuro total	0.022	< 0.022	< 0.022	< 0.022
METALES PESADOS				
Aluminio	0.2783	< 0.2783	0.8349	< 0.2783
Antimonio	0.0105	< 0.0105	< 0.0105	< 0.0105
Arsénico	0.0154	1.008	1.589	0.6842
Bario	0.0236	0.0708	0.0708	0.0708
Berilio	0.0161	< 0.0161	< 0.0161	< 0.0161
Boro	0.0379	< 0.0379	0.3909	< 0.0379
Cadmio	0.0308	0.0924	0.1027	< 0.0308
Calcio	0.9412	283.4	297.6	617.4
Cobalto	0.0169	0.0507	0.0507	< 0.0169
Cobre	0.0165	0.4724	0.5520	7.254
Cromo	0.0198	< 0.0198	0.0594	< 0.0198
Estaño	0.1169	< 0.1169	< 0.1169	< 0.1169
Estroncio	0.0607	3.996	3.666	6.686
Hierro	0.4553	28.26	47.30	1.3659
Litio	0.0146	0.0437	0.0437	< 0.0146
Magnesio	0.3061	472.7	540.0	631.3
Manganeso	0.0214	0.5592	1.152	0.2861
Mercurio	0.0159	< 0.0159	< 0.0159	< 0.0159
Molibdeno	0.0168	0.0503	0.0503	< 0.0168
Níquel	0.0219	0.0656	0.0656	< 0.0219
Plata	0.0135	0.0617	0.0405	< 0.0135
Plomo	0.0141	0.0423	0.1218	0.0972
Potasio	1.0191	1173	1717	2286
Selenio	0.0308	0.2626	0.3894	0.2319
Silicio	0.3901	< 0.3901	1.1704	1.1704
Sodio	1.0191	2456	3349	2767
Talio	0.0140	< 0.0140	< 0.0140	< 0.0140
Titanio	0.0511	0.1533	0.1533	< 0.0511
Vanadio	0.0205	0.0615	0.0615	< 0.0205
Zinc	0.0456	6.079	6.438	34.10

ANALYTICA PERÚ S.A.C

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización de la Gerencia General de Analytica Perú S.A.C.





AnalyticaPerú

LABORATORIO - CONSULTORIA - INGENIERÍA



INFORME DE ENSAYO N° G00004485

Referencia Cliente	Langostino P1 Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes	Concha NP1 Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes	Cangrejo P1 Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes	Concha NP2 El Bendito	Concha HP2 El Bendito
Código	000141022	000141023	000141024	000141025	000141026
Condiciones ambientales en la toma de muestras	"-_-"	"-_-"	"-_-"	"-_-"	"-_-"
Fecha de Muestreo	22/06/2024	22/06/2024	22/06/2024	22/06/2024	22/06/2024
Hora de Muestreo	11:15:00	11:15:00	11:15:00	08:30:00	08:30:00

Parámetros	Unidad	L.D.	Resultados				
------------	--------	------	------------	--	--	--	--

FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES							
Cianuro total	mg CN/kg	0.022	< 0.022	< 0.022	< 0.022	< 0.022	< 0.022
METALES TOTALES							
Aluminio	mg/kg	0.2783	4.424	< 0.2783	< 0.2783	0.8349	0.8349
Antimonio	mg/kg	0.0105	< 0.0105	< 0.0105	< 0.0105	< 0.0105	< 0.0105
Arsénico	mg/kg	0.0154	0.6971	0.5671	0.5377	0.3369	0.6683
Bario	mg/kg	0.0236	0.1637	0.2360	0.0918	0.0708	0.0768
Berilio	mg/kg	0.0161	< 0.0161	< 0.0161	< 0.0161	< 0.0161	< 0.0161
Boro	mg/kg	0.0379	0.5947	2.225	2.525	0.7989	1.622
Cadmio	mg/kg	0.0308	< 0.0308	0.1544	< 0.0308	0.0924	0.3801
Calcio	mg/kg	0.9412	703.6	351.7	1417	137.3	198.8
Cesio	mg/kg	0.027	< 0.027	< 0.027	< 0.027	< 0.027	< 0.027
Cobalto	mg/kg	0.0169	< 0.0169	0.0629	< 0.0169	0.0507	0.0568
Cobre	mg/kg	0.0165	3.183	0.4736	7.428	0.2595	0.4590
Cromo	mg/kg	0.0198	0.0597	0.0594	< 0.0198	0.0594	0.4653
Estaño	mg/kg	0.1169	< 0.1169	< 0.1169	< 0.1169	< 0.1169	< 0.1169
Estroncio	mg/kg	0.0607	9.848	3.850	20.66	1.770	2.793
Hierro	mg/kg	0.4553	8.877	64.57	< 0.4553	30.15	47.66
Litio	mg/kg	0.0146	0.1180	0.1154	0.1354	0.1039	0.1262
Magnesio	mg/kg	0.3061	158.1	442.5	1021	212.0	350.7
Manganeso	mg/kg	0.0214	1.641	2.654	0.1014	0.3790	1.248
Mercurio	mg/kg	0.0159	< 0.0159	< 0.0159	< 0.0159	< 0.0159	< 0.0159
Molibdeno	mg/kg	0.0168	< 0.0168	0.0503	< 0.0168	< 0.0168	0.1036
Níquel	mg/kg	0.0219	0.0656	0.0782	< 0.0219	< 0.0219	0.2499
Plata	mg/kg	0.0135	< 0.0135	< 0.0135	< 0.0135	< 0.0135	< 0.0135
Plomo	mg/kg	0.0141	< 0.0141	0.0423	< 0.0141	0.0423	0.0563
Potasio	mg/kg	1.0191	2763	968.4	2593	351.4	953.7
Selenio	mg/kg	0.0308	0.3408	0.2978	0.1568	0.1359	0.3597
Silicio	mg/kg	0.3901	22.42	8.786	13.72	3.758	7.088
Sodio	mg/kg	1.0191	2535	2660	4065	1480	2142
Taio	mg/kg	0.0140	< 0.0140	< 0.0140	< 0.0140	< 0.0140	< 0.0140
Titanio	mg/kg	0.0511	0.1977	0.1533	0.1533	< 0.0511	0.1533
Vanadio	mg/kg	0.0205	0.0615	0.0775	< 0.0205	< 0.0205	0.0615
Zinc	mg/kg	0.0456	12.16	6.904	92.16	4.038	6.105





INFORME DE ENSAYO N° G000004485

Referencia Cliente	Cangrejo P2 El Bendito	Langostino P3 Puerto Pizarro	Concha NP3 Puerto Pizarro	Concha HP3 Puerto Pizarro	Cangrejo P3 Puerto Pizarro
Código	000141027	000141031	000141059	000141060	000141061
Condiciones ambientales en la toma de muestras	"~"~"	"~"~"	"~"~"	"~"~"	"~"~"
Fecha de Muestreo	22/06/2024	23/06/2024	23/06/2024	23/06/2024	23/06/2024
Hora de Muestreo	08:30:00	08:30:00	08:30:00	08:30:00	08:30:00

Parámetros	Unidad	L.D.		Resultados			
FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES							
Cianuro total	mg CN/kg	0.022	< 0.022	< 0.022	< 0.022	< 0.022	0.125
METALES TOTALES							
Aluminio	mg/kg	0.2783	0.8349	0.8349	< 0.2783	< 0.2783	< 0.2783
Antimonio	mg/kg	0.0105	< 0.0105	< 0.0105	< 0.0105	< 0.0105	< 0.0105
Arsénico	mg/kg	0.0154	0.4417	0.8998	0.7520	0.5341	0.3606
Bario	mg/kg	0.0236	0.0708	0.1066	0.0708	< 0.0236	0.1494
Berilio	mg/kg	0.0161	< 0.0161	< 0.0161	< 0.0161	< 0.0161	< 0.0161
Boro	mg/kg	0.0379	3.704	< 0.0379	1.100	1.025	1.645
Cadmio	mg/kg	0.0308	< 0.0308	< 0.0308	0.0924	0.0924	< 0.0308
Calcio	mg/kg	0.9412	1833	570.7	253.6	218.8	2288
Cesio	mg/kg	0.027	< 0.027	< 0.027	< 0.027	< 0.027	< 0.027
Cobalto	mg/kg	0.0169	< 0.0169	< 0.0169	< 0.0169	0.0507	< 0.0169
Cobre	mg/kg	0.0165	9.514	1.832	0.2724	0.3761	7.181
Cromo	mg/kg	0.0198	0.0594	0.0634	0.0594	< 0.0198	0.0913
Estaño	mg/kg	0.1169	< 0.1169	< 0.1169	< 0.1169	< 0.1169	< 0.1169
Estroncio	mg/kg	0.0607	31.56	6.300	3.070	2.505	34.46
Hierro	mg/kg	0.4553	1.3659	8.894	23.72	17.14	4.276
Litio	mg/kg	0.0146	0.1494	0.0842	0.2276	0.2071	0.1239
Magnesio	mg/kg	0.3061	1081	82.53	370.9	304.6	676.8
Manganeso	mg/kg	0.0214	0.1372	3.186	0.5242	0.5493	0.1861
Mercurio	mg/kg	0.0159	< 0.0159	< 0.0159	< 0.0159	< 0.0159	< 0.0159
Molibdeno	mg/kg	0.0168	< 0.0168	< 0.0168	< 0.0168	< 0.0168	< 0.0168
Níquel	mg/kg	0.0219	0.0656	0.0656	< 0.0219	< 0.0219	0.0656
Plata	mg/kg	0.0135	< 0.0135	< 0.0135	< 0.0135	0.0405	< 0.0135
Plomo	mg/kg	0.0141	< 0.0141	< 0.0141	0.0423	0.0423	< 0.0141
Potasio	mg/kg	1.0191	1856	1983	472.2	588.2	1737
Selenio	mg/kg	0.0308	0.1292	0.3799	0.2273	0.1645	0.1169
Silicio	mg/kg	0.3901	9.682	15.85	5.354	5.415	9.171
Sodio	mg/kg	1.0191	4687	1465	2228	1936	2472
Talio	mg/kg	0.0140	< 0.0140	< 0.0140	< 0.0140	< 0.0140	< 0.0140
Titanio	mg/kg	0.0511	< 0.0511	0.1533	< 0.0511	< 0.0511	0.1533
Vanadio	mg/kg	0.0205	< 0.0205	< 0.0205	0.0615	0.0615	< 0.0205
Zinc	mg/kg	0.0456	57.08	7.294	4.151	4.745	41.68





AnalyticaPerú

LABORATORIO - CONSULTORIA - INGENIERÍA

INFORME DE ENSAYO N° G000004485



Referencia Cliente	Concha NP4 Boca del río Tumbes	Concha HP4 Boca del río Tumbes	Cangrejo P4 Boca del río Tumbes
Código	000141063	000141070	000141072
Condiciones ambientales en la toma de muestras	"-,-"	"-,-"	"-,-"
Fecha de Muestreo	23/06/2024	23/06/2024	23/06/2024
Hora de Muestreo	11:00:00	11:00:00	11:00:00

Parámetros	Unidad	L.D.	Resultados			
------------	--------	------	------------	--	--	--

FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES						
Cianuro total	mg CN/kg	0.022	< 0.022	< 0.022	< 0.022	0.092
METALES TOTALES						
Aluminio	mg/kg	0.2783	5.495	4.313	4.313	< 0.2783
Antimonio	mg/kg	0.0105	< 0.0105	< 0.0105	< 0.0105	< 0.0105
Arsénico	mg/kg	0.0154	0.9068	1.016	1.016	0.4132
Bario	mg/kg	0.0236	0.1297	0.0708	0.0708	0.2151
Berilio	mg/kg	0.0161	< 0.0161	< 0.0161	< 0.0161	< 0.0161
Boro	mg/kg	0.0379	1.741	1.784	1.784	4.069
Cadmio	mg/kg	0.0308	0.0924	0.0942	0.0942	< 0.0308
Calcio	mg/kg	0.9412	319.2	402.5	402.5	2907
Cesio	mg/kg	0.027	< 0.027	< 0.027	< 0.027	< 0.027
Cobalto	mg/kg	0.0169	0.0507	0.0507	0.0507	< 0.0169
Cobre	mg/kg	0.0165	0.6358	11.69	11.69	11.73
Cromo	mg/kg	0.0198	0.0594	0.0594	0.0594	< 0.0198
Estaño	mg/kg	0.1169	< 0.1169	< 0.1169	< 0.1169	< 0.1169
Estroncio	mg/kg	0.0607	4.002	5.042	5.042	47.99
Hierro	mg/kg	0.4553	35.06	35.51	35.51	1.968
Litio	mg/kg	0.0146	0.2219	0.2178	0.2178	0.1593
Magnesio	mg/kg	0.3061	399.7	452.5	452.5	1123
Manganeso	mg/kg	0.0214	3.741	0.5163	0.5163	0.2247
Mercurio	mg/kg	0.0159	< 0.0159	< 0.0159	< 0.0159	< 0.0159
Molibdeno	mg/kg	0.0168	0.0503	0.0503	0.0503	< 0.0168
Niquel	mg/kg	0.0219	< 0.0219	< 0.0219	< 0.0219	< 0.0219
Plata	mg/kg	0.0135	0.0405	0.1399	0.1399	< 0.0135
Plomo	mg/kg	0.0141	0.0818	0.1409	0.1409	< 0.0141
Potasio	mg/kg	1.0191	789.9	894.0	894.0	1975
Selenio	mg/kg	0.0308	0.3807	0.5094	0.5094	0.1272
Silicio	mg/kg	0.3901	10.55	9.356	9.356	11.64
Sodio	mg/kg	1.0191	2742	2826	2826	3885
Taio	mg/kg	0.0140	< 0.0140	< 0.0140	< 0.0140	< 0.0140
Titanio	mg/kg	0.0511	0.1727	0.1533	0.1533	0.1533
Vanadio	mg/kg	0.0205	0.0615	0.0615	0.0615	< 0.0205
Zinc	mg/kg	0.0456	6.583	5.700	5.700	64.69

ANALYTICA PERÚ S.A.C

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización de la Gerencia General de Analytica Perú S.A.C.





INFORME DE ENSAYO N° G00004831

Referencia Cliente	CONCHA NP1 SNLMT	CONCHA NP2 EL BENDITO	CONCHA NP3 PUERTO PIZARRO	CONCHA NP4 DESEMBOCADURA	CONCHA HP1 SNLMT
Código	000149533	000149534	000149536	000149539	000149540
Condiciones ambientales en la toma de muestras	Despejado	Despejado	Despejado	Despejado	Despejado
Fecha de Muestreo	20/10/2024	20/10/2024	19/10/2024	19/10/2024	20/10/2024
Hora de Muestreo	11:30:00	09:30:00	12:00:00	09:00:00	11:30:00

Parámetros	Unidad	L.D.	Resultados				
------------	--------	------	------------	--	--	--	--

FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES							
Cianuro total	mg CN/kg	0.022	< 0.022	< 0.022	< 0.022	< 0.022	< 0.022
METALES TOTALES							
Aluminio	mg/kg	0.2783	5.510	< 0.2783	0.8349	2.624	0.9393
Antimonio	mg/kg	0.0105	< 0.0105	< 0.0105	< 0.0105	< 0.0105	< 0.0105
Arsénico	mg/kg	0.0154	0.7026	1.353	1.443	0.9900	0.9567
Bario	mg/kg	0.0236	0.2496	< 0.0236	< 0.0236	0.0777	0.0708
Berilio	mg/kg	0.0161	< 0.0161	< 0.0161	< 0.0161	< 0.0161	< 0.0161
Boro	mg/kg	0.0379	3.156	3.090	2.575	2.937	2.930
Cadmio	mg/kg	0.0308	0.0924	0.2959	0.6365	0.6545	0.1205
Calcio	mg/kg	0.9412	349.4	433.3	438.6	462.3	450.8
Cesio	mg/kg	0.027	< 0.027	< 0.027	< 0.027	< 0.027	< 0.027
Cobalto	mg/kg	0.0169	0.0623	0.0507	0.0509	0.0613	0.0591
Cobre	mg/kg	0.0165	0.5472	0.3008	0.5937	0.8165	0.3261
Cromo	mg/kg	0.0198	0.0658	0.0594	0.0594	0.0594	0.0594
Estaño	mg/kg	0.1169	< 0.1169	< 0.1169	< 0.1169	< 0.1169	< 0.1169
Estroncio	mg/kg	0.0607	5.923	6.442	6.675	6.042	6.643
Hierro	mg/kg	0.4553	56.80	59.90	38.07	47.09	57.56
Litio	mg/kg	0.0146	0.0965	0.0611	0.0658	0.0551	0.1982
Magnesio	mg/kg	0.3061	705.0	774.8	763.5	809.1	754.5
Manganeso	mg/kg	0.0214	4.862	1.139	3.865	4.515	4.533
Mercurio	mg/kg	0.0159	< 0.0159	< 0.0159	< 0.0159	< 0.0159	< 0.0159
Molibdeno	mg/kg	0.0168	0.0823	0.0521	0.0754	0.0608	0.0520
Niquel	mg/kg	0.0219	0.1042	0.0656	0.0656	0.0814	0.0656
Plata	mg/kg	0.0135	< 0.0135	< 0.0135	0.0405	0.0405	< 0.0135
Plomo	mg/kg	0.0141	0.0514	0.0427	0.2118	0.1495	0.0538
Potasio	mg/kg	1.0191	1495	1510	1496	1633	1896
Selenio	mg/kg	0.0308	0.3696	0.4266	0.5607	0.7179	0.4601
Silicio	mg/kg	0.3901	11.52	7.390	7.518	7.931	8.816
Sodio	mg/kg	1.0191	4593	5017	4813	5144	4373
Talio	mg/kg	0.0140	< 0.0140	< 0.0140	< 0.0140	< 0.0140	< 0.0140
Titanio	mg/kg	0.0511	0.3031	0.1533	0.1533	0.1533	0.1547
Vanadio	mg/kg	0.0205	0.0997	0.0615	0.0652	0.0681	0.0749
Zinc	mg/kg	0.0456	10.71	6.937	8.203	9.279	13.68





INFORME DE ENSAYO N° G000004831

Referencia Cliente	CONCHA HP2 EL BENDITO	CONCHA HP3 PUERTO PIZARRO	CONCHA HP4 DESEM/BOCADURA	CANGREJO P1 SNLMT	CANGREJO P2 EL BENDITO
Código	000149541	000149543	000149544	000149546	000149547
Condiciones ambientales en la toma de muestras	Despejado	Despejado	Despejado	Despejado	Despejado
Fecha de Muestreo	20/10/2024	19/10/2024	19/10/2024	20/10/2024	20/10/2024
Hora de Muestreo	09:30:00	12:00:00	09:00:00	11:30:00	09:30:00

Parámetros	Unidad	L.D.	Resultados				
FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES							
Cianuro total	mg CN/kg	0.022	< 0.022	< 0.022	< 0.022	< 0.022	< 0.022
METALES TOTALES							
Aluminio	mg/kg	0.2783	0.8349	0.8884	1.280	< 0.2783	0.8349
Antimonio	mg/kg	0.0105	0.0409	< 0.0105	< 0.0105	< 0.0105	< 0.0105
Arsénico	mg/kg	0.0154	2.069	1.637	1.123	0.2816	0.4413
Bario	mg/kg	0.0236	0.0708	0.0708	0.0776	0.2786	< 0.0236
Berilio	mg/kg	0.0161	< 0.0161	< 0.0161	< 0.0161	< 0.0161	< 0.0161
Boro	mg/kg	0.0379	3.304	3.184	2.809	1.538	2.281
Cadmio	mg/kg	0.0308	0.1145	0.4578	1.453	< 0.0308	< 0.0308
Calcio	mg/kg	0.9412	562.9	602.4	420.3	1134	930.6
Cesio	mg/kg	0.027	< 0.027	< 0.027	< 0.027	< 0.027	< 0.027
Cobalto	mg/kg	0.0169	0.0545	0.0752	0.0750	< 0.0169	< 0.0169
Cobre	mg/kg	0.0165	0.7315	3.363	0.7389	4.068	6.329
Cromo	mg/kg	0.0198	0.0594	0.0594	0.0594	< 0.0198	< 0.0198
Estaño	mg/kg	0.1169	< 0.1169	< 0.1169	< 0.1169	< 0.1169	< 0.1169
Estroncio	mg/kg	0.0607	7.464	8.478	7.125	21.25	16.62
Hierro	mg/kg	0.4553	47.49	56.77	65.16	2.326	< 0.4553
Litio	mg/kg	0.0146	< 0.0146	0.2103	0.0816	0.0729	0.1292
Magnesio	mg/kg	0.3061	851.8	830.8	820.2	606.1	460.3
Manganeso	mg/kg	0.0214	2.282	4.425	2.581	0.2606	0.0641
Mercurio	mg/kg	0.0159	< 0.0159	< 0.0159	0.0476	< 0.0159	< 0.0159
Molibdeno	mg/kg	0.0168	0.0554	0.0677	0.0765	< 0.0168	< 0.0168
Níquel	mg/kg	0.0219	0.0656	0.0751	0.0789	< 0.0219	< 0.0219
Plata	mg/kg	0.0135	0.0405	0.1353	0.0405	< 0.0135	< 0.0135
Plomo	mg/kg	0.0141	0.0901	0.1782	0.2227	< 0.0141	< 0.0141
Potasio	mg/kg	1.0191	2088	1770	1585	1985	1946
Selenio	mg/kg	0.0308	0.7279	0.5765	0.7332	0.1688	0.1359
Silicio	mg/kg	0.3901	11.82	8.817	9.272	9.724	7.963
Sodio	mg/kg	1.0191	5098	5270	5256	3548	5406
Talio	mg/kg	0.0140	< 0.0140	< 0.0140	< 0.0140	< 0.0140	< 0.0140
Titanio	mg/kg	0.0511	0.1767	0.1533	0.1533	0.1533	0.1533
Vanadio	mg/kg	0.0205	0.0615	0.1082	0.0689	< 0.0205	< 0.0205
Zinc	mg/kg	0.0456	11.93	9.459	8.675	31.01	21.45





INFORME DE ENSAYO N° G00004831

Referencia Cliente	CANGREJO P3 PUERTO PIZARRO	CANGREJO P4 DESE/BOCADURA	LANGOSTINO P1 SNLMT
Código	000149548	000149550	000149551
Condiciones ambientales en la toma de muestras	Despejado	Despejado	Despejado
Fecha de Muestreo	19/10/2024	19/10/2024	20/10/2024
Hora de Muestreo	12:00:00	09:00:00	11:30:00

Parámetros	Unidad	L.D.	Resultados		
FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES					
Cianuro total	mg CN/kg	0.022	< 0.022	< 0.022	< 0.022
METALES TOTALES					
Aluminio	mg/kg	0.2783	< 0.2783	0.8944	< 0.2783
Antimonio	mg/kg	0.0105	< 0.0105	< 0.0105	< 0.0105
Arsénico	mg/kg	0.0154	0.8681	0.1442	1.799
Bario	mg/kg	0.0236	< 0.0236	0.0708	< 0.0236
Berilio	mg/kg	0.0161	< 0.0161	< 0.0161	< 0.0161
Boro	mg/kg	0.0379	1.040	2.202	0.2842
Cadmio	mg/kg	0.0308	< 0.0308	< 0.0308	< 0.0308
Calcio	mg/kg	0.9412	855.6	817.5	346.0
Cesio	mg/kg	0.027	< 0.027	< 0.027	< 0.027
Cobalto	mg/kg	0.0169	< 0.0169	< 0.0169	< 0.0169
Cobre	mg/kg	0.0165	6.405	7.864	0.4750
Cromo	mg/kg	0.0198	< 0.0198	< 0.0198	< 0.0198
Estaño	mg/kg	0.1169	< 0.1169	< 0.1169	< 0.1169
Estroncio	mg/kg	0.0607	12.76	13.55	4.147
Hierro	mg/kg	0.4553	1.3659	1.458	1.3659
Litio	mg/kg	0.0146	0.1109	0.0988	< 0.0146
Magnesio	mg/kg	0.3061	496.2	480.9	189.8
Manganeso	mg/kg	0.0214	0.0641	0.0641	0.0780
Mercurio	mg/kg	0.0159	< 0.0159	< 0.0159	< 0.0159
Molibdeno	mg/kg	0.0168	< 0.0168	< 0.0168	< 0.0168
Níquel	mg/kg	0.0219	< 0.0219	< 0.0219	< 0.0219
Plata	mg/kg	0.0135	< 0.0135	< 0.0135	< 0.0135
Plomo	mg/kg	0.0141	< 0.0141	< 0.0141	< 0.0141
Potasio	mg/kg	1.0191	2436	2110	3155
Selenio	mg/kg	0.0308	0.2886	0.1980	0.3055
Silicio	mg/kg	0.3901	11.73	10.45	10.95
Sodio	mg/kg	1.0191	4265	4716	2659
Talio	mg/kg	0.0140	< 0.0140	< 0.0140	< 0.0140
Titanio	mg/kg	0.0511	0.1533	0.1533	0.1533
Vanadio	mg/kg	0.0205	< 0.0205	< 0.0205	< 0.0205
Zinc	mg/kg	0.0456	30.93	24.47	9.234



Anexo 3. Informes de ensayo de las muestras de agua.



AnalyticaPerú

LABORATORIO - CONSULTORIA - INGENIERÍA



INFORME DE ENSAYO N° APMC-IE-2401100

Referencia Cliente	AGUA MET P1	AGUA MET P2	AGUA MET P3	AGUA MET P4	AGUA CN P1
Código	000125447	000125448	000125449	000125450	000125451
Condiciones ambientales en la toma de muestras	"-"-"	"-"-"	"-"-"	"-"-"	"-"-"
Fecha de Muestreo	17/12/2023	17/12/2023	17/12/2023	17/12/2023	17/12/2023
Hora de Muestreo	10:00:00	11:00:00	13:00:00	15:00:00	10:00:00

Parámetros	Unidad	L.D.	Resultados				
FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES							
Cianuro total	mg CN/L	0.002	...	...	...	...	< 0.002
METALES PESADOS							
Aluminio total	mg/L	0.00251	0.20188	0.17674	0.89399	0.38461	...
Antimonio total	mg/L	0.00004	0.00608	0.00434	0.02290	0.01097	...
Arsénico total	mg/L	0.00009	0.00446	0.00596	0.04895	0.00947	...
Bario total	mg/L	0.00012	0.03058	0.02388	0.06710	0.03616	...
Berilio total	mg/L	0.00005	0.00015	0.00015	0.00015	0.00015	...
Boro total	mg/L	0.00027	4.775	5.238	1.805	5.856	...
Cadmio total	mg/L	0.00006	0.00045	0.00091	0.00070	0.00018	...
Calcio total	mg/L	0.0080	354.2	376.9	118.6	410.0	...
Cobalto total	mg/L	0.00005	0.00019	0.00035	0.00203	0.00047	...
Cobre total	mg/L	0.00005	< 0.00005	< 0.00005	0.03079	< 0.00005	...
Cromo total	mg/L	0.00004	0.00231	0.00248	0.00255	0.00297	...
Estaño total	mg/L	0.00006	0.00207	0.00153	0.00129	0.00114	...
Estroncio total	mg/L	0.00006	8.551	9.170	2.337	9.945	...
Hierro total	mg/L	0.0033	0.31559	0.42536	1.695	0.67763	...
Litio total	mg/L	0.00004	0.11342	0.11929	0.03336	0.13083	...
Magnesio total	mg/L	0.0010	1180	1248	320.0	1352	...
Manganeso total	mg/L	0.00008	0.13699	0.12401	0.28106	0.24240	...
Mercurio total	mg/L	0.00007	0.00087	0.00073	0.00087	0.00035	...
Molibdeno total	mg/L	0.00004	0.01118	0.00836	0.00342	0.01028	...
Niquel total	mg/L	0.00007	< 0.00007	< 0.00007	< 0.00007	< 0.00007	...
Plata total	mg/L	0.00002	< 0.00002	0.00037	0.00151	< 0.00002	...
Plomo total	mg/L	0.00005	0.00069	0.00126	0.04230	0.00358	...
Potasio total	mg/L	0.0032	381.0	405.3	104.0	439.5	...
Selenio total	mg/L	0.0021	0.0063	0.0063	0.00932	0.00713	...
Silicio total	mg/L	0.00039	34.10	32.08	39.43	34.63	...
Sodio total	mg/L	0.0055	9487	10027	2557	10842	...
Talio total	mg/L	0.00004	< 0.00004	< 0.00004	< 0.00004	< 0.00004	...
Titanio total	mg/L	0.00013	0.00591	0.00618	0.00929	0.00555	...
Vanadio total	mg/L	0.00005	0.00923	0.01663	0.01489	0.02347	...
Zinc total	mg/L	0.0015	0.12312	0.03332	0.37426	0.07085	...





AnalyticaPerú

LABORATORIO - CONSULTORIA - INGENIERÍA



INFORME DE ENSAYO N° APMC-IE-2401100

Referencia Cliente	AGUA CN P2	AGUA CN P3	AGUA CN P4
Código	000125452	000125453	000125454
Condiciones ambientales en la toma de muestras	"-/-"	"-/-"	"-/-"
Fecha de Muestreo	17/12/2023	17/12/2023	17/12/2023
Hora de Muestreo	11:00:00	13:00:00	15:00:00

Parámetros	Unidad	L.D.	Resultados		
FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES					
Cianuro total	mg CN/L	0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002
METALES PESADOS					
Aluminio total	mg/L	0.00251	...	...	...
Antimonio total	mg/L	0.00004	...	...	...
Arsénico total	mg/L	0.00009	...	...	...
Bario total	mg/L	0.00012	...	...	...
Berilio total	mg/L	0.00005	...	...	...
Boro total	mg/L	0.00027	...	...	...
Cadmio total	mg/L	0.00006	...	...	...
Calcio total	mg/L	0.0080	...	...	...
Cobalto total	mg/L	0.00005	...	...	...
Cobre total	mg/L	0.00005	...	...	...
Cromo total	mg/L	0.00004	...	...	...
Estaño total	mg/L	0.00006	...	...	...
Estroncio total	mg/L	0.00006	...	...	...
Hierro total	mg/L	0.0033	...	...	...
Litio total	mg/L	0.00004	...	...	...
Magnesio total	mg/L	0.0010	...	...	...
Manganeso total	mg/L	0.00008	...	...	...
Mercurio total	mg/L	0.00007	...	...	...
Molibdeno total	mg/L	0.00004	...	...	...
Niquel total	mg/L	0.00007	...	...	...
Plata total	mg/L	0.00002	...	...	...
Plomo total	mg/L	0.00005	...	...	...
Potasio total	mg/L	0.0032	...	...	...
Selenio total	mg/L	0.0021	...	...	...
Silicio total	mg/L	0.00039	...	...	...
Sodio total	mg/L	0.0055	...	...	...
Talio total	mg/L	0.00004	...	...	...
Titanio total	mg/L	0.00013	...	...	...
Vanadio total	mg/L	0.00005	...	...	...
Zinc total	mg/L	0.0015	...	...	...

ANALYTICA PERÚ S.A.C

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización de la Gerencia General de Analytica Perú S.A.C.





Referencia Cliente	AGUA MET P1 - SANTUARIO NACIONAL MANGLARES T	AGUA MET P2 - EL BENDITO	AGUA MET P3 - BOCA RIO TUMBES	AGUA MET P4 - PUERTO PIZARRO	AGUA CN P1 - SANTUARIO NACIONAL MANGLAR T
Código	000136748	000136750	000136753	000136754	000136756
Condiciones ambientales en la toma de muestras	Despejado	Despejado	Despejado	Despejado	Despejado
Fecha de Muestreo	21/04/2024	21/04/2024	22/04/2024	22/04/2024	21/04/2024
Hora de Muestreo	11:00:00	08:35:00	08:30:00	11:30:00	11:00:00

Parámetros	Unidad	L.D.	Resultados				
------------	--------	------	------------	--	--	--	--

FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES

* Cianuro total	mg CN/L	0.002	< 0.002
-----------------	---------	-------	-----	-----	-----	-----	---------

METALES TOTALES

Aluminio total	mg/L	0.00251	0.42285	0.13218	0.76032	0.17448	...
Antimonio total	mg/L	0.00004	0.00026	0.00101	0.00075	0.00068	...
Arsénico total	mg/L	0.00009	0.00575	0.00433	0.00939	0.00695	...
Bario total	mg/L	0.00012	0.08834	0.02821	0.08429	0.03807	...
Berilio total	mg/L	0.00005	< 0.00005	0.00025	< 0.00005	< 0.00005	...
Boro total	mg/L	0.00027	3.473	4.033	2.885	4.691	...
Cadmio total	mg/L	0.00006	0.00018	0.00038	0.00028	0.00026	...
Calcio total	mg/L	0.0080	247.8	269.1	231.8	272.6	...
Cobalto total	mg/L	0.00005	0.00098	0.00020	0.00062	0.00043	...
Cobre total	mg/L	0.00005	0.00343	0.00363	0.00807	0.00767	...
Cromo total	mg/L	0.00004	0.00264	0.00199	0.00248	0.00305	...
Estaño total	mg/L	0.00006	0.00097	0.00069	0.00049	0.00101	...
Estroncio total	mg/L	0.00006	6.589	8.001	5.656	7.866	...
Hierro total	mg/L	0.0033	0.47994	0.36960	1.046	0.45566	...
Litio total	mg/L	0.00004	0.08091	0.09474	0.06297	0.09657	...
Magnesio total	mg/L	0.0010	910.9	1141	829.2	1140	...
Manganeso total	mg/L	0.00008	0.70163	0.05576	0.08493	0.19715	...
Mercurio total	mg/L	0.00007	0.00075	0.00062	0.00055	0.00237	...
Molibdeno total	mg/L	0.00004	0.00706	0.01095	0.00716	0.00904	...
Níquel total	mg/L	0.00007	0.00270	0.00114	0.00131	0.00500	...
Plata total	mg/L	0.00002	0.00103	0.00074	0.00119	0.00073	...
Plomo total	mg/L	0.00005	0.00179	0.00123	0.00632	0.00191	...
Potasio total	mg/L	0.0032	273.9	352.7	253.6	347.3	...
Selenio total	mg/L	0.0021	0.00958	0.01162	0.01130	0.01135	...
Silicio total	mg/L	0.00039	7.649	< 0.00039	1.909	0.61936	...
Sodio total	mg/L	0.0055	7385	9238	6695	9159	...
Taio total	mg/L	0.00004	< 0.00004	< 0.00004	< 0.00004	< 0.00004	...
Titanio total	mg/L	0.00013	0.01228	0.00286	0.01490	0.00503	...
Vanadio total	mg/L	0.00005	0.01114	0.01152	0.01089	0.00568	...
Zinc total	mg/L	0.0015	0.05729	0.03329	0.03706	0.03366	...





AnalyticaPerú

LABORATORIO - CONSULTORIA - INGENIERÍA

INFORME DE ENSAYO N° G00004310



Referencia Cliente	AGUA CN P2 - EL BENDITO	AGUA CN P3 - BOCA RIO TUMBES	AGUA CN P4 - PUERTO PIZARRO
Código	000136757	000136758	000136761
Condiciones ambientales en la toma de muestras	Despejado	Despejado	Despejado
Fecha de Muestreo	21/04/2024	22/04/2024	22/04/2024
Hora de Muestreo	08:35:00	08:30:00	11:30:00

Parámetros	Unidad	LD.	Resultados		
FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES					
* Cianuro total	mg CN/L	0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002
METALES TOTALES					
Aluminio total	mg/L	0.00251	...	...	...
Antimonio total	mg/L	0.00004	...	...	...
Arsénico total	mg/L	0.00009	...	...	...
Bario total	mg/L	0.00012	...	...	...
Berilio total	mg/L	0.00005	...	...	...
Boro total	mg/L	0.00027	...	...	...
Cadmio total	mg/L	0.00006	...	...	...
Calcio total	mg/L	0.0080	...	...	...
Cobalto total	mg/L	0.00005	...	...	...
Cobre total	mg/L	0.00005	...	...	...
Cromo total	mg/L	0.00004	...	...	...
Estaño total	mg/L	0.00006	...	...	...
Estroncio total	mg/L	0.00006	...	...	...
Hierro total	mg/L	0.0033	...	...	...
Litio total	mg/L	0.00004	...	...	...
Magnesio total	mg/L	0.0010	...	...	...
Manganeso total	mg/L	0.00008	...	...	...
Mercurio total	mg/L	0.00007	...	...	...
Molibdeno total	mg/L	0.00004	...	...	...
Niquel total	mg/L	0.00007	...	...	...
Plata total	mg/L	0.00002	...	...	...
Plomo total	mg/L	0.00005	...	...	...
Potasio total	mg/L	0.0032	...	...	...
Selenio total	mg/L	0.0021	...	...	...
Silicio total	mg/L	0.00039	...	...	...
Sodio total	mg/L	0.0055	...	...	...
Talio total	mg/L	0.00004	...	...	...
Titanio total	mg/L	0.00013	...	...	...
Vanadio total	mg/L	0.00005	...	...	...
Zinc total	mg/L	0.0015	...	...	...

ANALYTICA PERÚ S.A.C

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización de la Gerencia General de Analytica Perú S.A.C.





AnalyticaPerú

LABORATORIO - CONSULTORIA - INGENIERÍA



INFORME DE ENSAYO N° G000004207

Referencia Cliente	AGUA MET P1 - SANT. NAC. MAG TUMLE	AGUA MET P2 - EL BENDITO	AGUA MET P3 - BOCA DERIO	AGUA MET P4 - PUERTO PIZARRO	AGUA CN P1 - SANT. NAC. MAG TUMLE
Código	000133519	000133521	000133522	000133523	000133525
Condiciones ambientales en la toma de muestras	Despejado	Despejado	Despejado	Despejado	Despejado
Fecha de Muestreo	10/03/2024	10/03/2024	09/03/2024	09/03/2024	10/03/2024
Hora de Muestreo	11:30:00	08:50:00	09:00:00	12:00:00	11:30:00

Parámetros	Unidad	L.D.	Resultados			
------------	--------	------	------------	--	--	--

FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES						
* Cianuro total	mg CN/L	0.002	...	...	...	< 0.002
METALES PESADOS						
Aluminio total	mg/L	0.00251	0.73312	0.13553	0.62172	0.31770
Antimonio total	mg/L	0.00004	< 0.00004	< 0.00004	< 0.00004	< 0.00004
Arsénico total	mg/L	0.00009	< 0.00009	< 0.00009	0.02561	< 0.00009
Bario total	mg/L	0.00012	0.06255	0.02853	0.18857	0.04723
Berilio total	mg/L	0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005
Boro total	mg/L	0.00027	3.051	3.563	1.756	5.382
Cadmio total	mg/L	0.00006	< 0.00006	< 0.00006	< 0.00006	< 0.00006
Calcio total	mg/L	0.0080	241.3	286.5	146.8	269.1
Cobalto total	mg/L	0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005
Cobre total	mg/L	0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005
Cromo total	mg/L	0.00004	< 0.00004	< 0.00004	< 0.00004	< 0.00004
Estaño total	mg/L	0.00006	< 0.00006	< 0.00006	< 0.00006	< 0.00006
Estroncio total	mg/L	0.00006	5.379	6.437	2.533	6.521
Hierro total	mg/L	0.0033	1.173	0.40748	1.359	0.62491
Litio total	mg/L	0.00004	0.09496	0.10821	0.02565	0.10445
Magnesio total	mg/L	0.0010	801.6	1018	410.9	948.3
Manganeso total	mg/L	0.00008	0.31463	0.06494	1.305	0.22490
Mercurio total	mg/L	0.00007	< 0.00007	< 0.00007	< 0.00007	< 0.00007
Molibdeno total	mg/L	0.00004	< 0.00004	< 0.00004	< 0.00004	< 0.00004
Níquel total	mg/L	0.00007	< 0.00007	< 0.00007	< 0.00007	< 0.00007
Plata total	mg/L	0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002	< 0.00002
Plomo total	mg/L	0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005
Potasio total	mg/L	0.0032	247.0	313.1	128.8	294.6
Selenio total	mg/L	0.0021	0.01254	0.01194	0.01568	0.01490
Silicio total	mg/L	0.00039	5.996	2.668	5.663	4.420
Sodio total	mg/L	0.0055	6469	8194	3194	7595
Taio total	mg/L	0.00004	< 0.00004	< 0.00004	< 0.00004	< 0.00004
Titanio total	mg/L	0.00013	0.04117	< 0.00013	0.01590	< 0.00013
Vanadio total	mg/L	0.00005	0.01260	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005
Zinc total	mg/L	0.0015	< 0.0015	< 0.0015	< 0.0015	< 0.0015





AnalyticaPerú

LABORATORIO - CONSULTORIA - INGENIERÍA



INFORMEA179:M223 DE ENSAYO N° G00004207

Referencia Cliente	AGUA CN P2 - EL BENDITO	AGUA CN P3 - BOCA DE RIO	AGUA CN P4 - PUERTO PIZARRO
Código	000133526	000133527	000133528
Condiciones ambientales en la toma de muestras	Despejado	Despejado	Despejado
Fecha de Muestreo	10/03/2024	09/03/2024	09/03/2024
Hora de Muestreo	08:50:00	09:00:00	12:00:00

Parámetros	Unidad	L.D.	Resultados		
FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES					
* Cianuro total	mg CN/L	0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002
METALES PESADOS					
Aluminio total	mg/L	0.00251	...	...	...
Antimonio total	mg/L	0.00004	...	...	...
Arsénico total	mg/L	0.00009	...	...	...
Bario total	mg/L	0.00012	...	...	...
Berilio total	mg/L	0.00005	...	...	...
Boro total	mg/L	0.00027	...	...	...
Cadmio total	mg/L	0.00006	...	...	...
Calcio total	mg/L	0.0080	...	...	...
Cobalto total	mg/L	0.00005	...	...	...
Cobre total	mg/L	0.00005	...	...	...
Cromo total	mg/L	0.00004	...	...	...
Estaño total	mg/L	0.00006	...	...	...
Estroncio total	mg/L	0.00006	...	...	...
Hierro total	mg/L	0.0033	...	...	...
Litio total	mg/L	0.00004	...	...	...
Magnesio total	mg/L	0.0010	...	...	...
Manganeso total	mg/L	0.00008	...	...	...
Mercurio total	mg/L	0.00007	...	...	...
Molibdeno total	mg/L	0.00004	...	...	...
Níquel total	mg/L	0.00007	...	...	...
Plata total	mg/L	0.00002	...	...	...
Plomo total	mg/L	0.00005	...	...	...
Potasio total	mg/L	0.0032	...	...	...
Selenio total	mg/L	0.0021	...	...	...
Silicio total	mg/L	0.00039	...	...	...
Sodio total	mg/L	0.0055	...	...	...

ANALYTICA PERÚ S.A.C

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización de la Gerencia General de Analytica Perú S.A.C.



Anexo 4. Informes de ensayo de las muestras de sedimento.

Analytica Perú		EMPRESA HOMOLOGADA				
LABORATORIO - CONSULTORIA - INGENIERÍA						
INFORME DE ENSAYO N° APMC-IE-2401101						
Referencia Cliente	SNL/MT	EL BENDITO	BOCA DEL RÍO TUMBES	P. PIZARRO		
Código	000125256	000125257	000125258	000125259		
Condiciones ambientales en la toma de muestras	"-"-"	"-"-"	"-"-"	"-"-"		
Fecha de Muestreo	17/12/2023	17/12/2023	17/12/2023	17/12/2023		
Hora de Muestreo	10:00:00	11:00:00	13:00:00	15:00:00		
Parámetros	Unidad	L.D.	Resultados			
FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES						
* Cianuro total (Suelo)	mg CN/kg	0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
METALES PESADOS						
Aluminio	mg/kg	0.2783	3799	4365	11465	6561
Antimonio	mg/kg	0.0105	< 0.0105	< 0.0105	< 0.0105	< 0.0105
Arsénico	mg/kg	0.0154	4.182	5.136	87.01	15.12
Bario	mg/kg	0.0236	17.08	9.893	69.01	13.12
Berilio	mg/kg	0.0161	0.3234	0.2411	0.5714	0.3628
Boro	mg/kg	0.0379	141.7	103.8	93.84	89.46
Cadmio	mg/kg	0.0308	0.2029	0.4016	2.279	0.5123
Calcio	mg/kg	0.9412	957.2	1955	1781	1803
Cobalto	mg/kg	0.0169	4.620	4.182	12.23	6.302
Cobre	mg/kg	0.0165	10.43	22.50	147.1	38.65
Cromo	mg/kg	0.0198	9.036	10.47	17.41	11.44
Estaño	mg/kg	0.1169	0.3508	0.3508	0.3508	0.3508
Estroncio	mg/kg	0.0607	15.19	45.09	22.76	25.83
Hierro	mg/kg	0.4553	9010	11411	27722	15728
Litio	mg/kg	0.0146	5.238	6.839	10.39	8.980
Magnesio	mg/kg	0.3061	2951	3776	5888	4621
Manganeso	mg/kg	0.0214	147.7	93.55	484.2	197.2
Mercurio	mg/kg	0.0159	0.2837	0.1357	0.4711	0.1759
Moibdeno	mg/kg	0.0168	0.7248	3.188	1.231	0.6571
Níquel	mg/kg	0.0219	4.505	4.703	13.15	7.154
Plata	mg/kg	0.0135	0.0714	0.0860	1.641	0.3644
Plomo	mg/kg	0.0141	6.442	8.270	118.8	32.27
Potasio	mg/kg	1.0191	1622	1486	1794	1603
Selenio	mg/kg	0.0421	0.6211	0.6232	1.135	0.7318
Silicio	mg/kg	0.3901	285.6	340.1	230.4	312.9
Sodio	mg/kg	1.0191	4989	7468	4792	5670
Talio	mg/kg	0.0140	0.1690	0.1316	0.2225	0.1212
Titanio	mg/kg	0.0511	58.75	54.77	73.47	43.50
Vanadio	mg/kg	0.0205	13.48	17.18	51.54	23.51
Zinc	mg/kg	0.0456	32.95	60.79	322.2	95.56

ANALYTICA PERÚ S.A.C

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización de la Gerencia General de Analytica Perú S.A.C.





INFORME DE ENSAYO N° G00004311

Referencia Cliente	SUELO P1 - SANTUARIO NACIONAL MANGLAR - T	SUELO P2 - EL BENDITO	SUELO P3 - BOCA DE RIO T	SUELO P4 - PUERTO PIZARRO
Código	000136742	000136744	000136745	000136746
Condiciones ambientales en la toma de muestras	Despejado	Despejado	Despejado	Despejado
Fecha de Muestreo	21/04/2024	21/04/2024	21/04/2024	21/04/2024
Hora de Muestreo	11:00:00	08:35:00	08:30:00	11:30:00

Parámetros	Unidad	LD.	Resultados			
FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES						
* Cianuro total (Suelo)	mg CN/kg	0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
METALES TOTALES						
Aluminio	mg/kg	0.2783	10896	8757	5280	4951
Antimonio	mg/kg	0.0105	0.0324	0.0540	0.0573	0.0575
Arsénico	mg/kg	0.0154	8.683	10.03	14.82	5.818
Bario	mg/kg	0.0236	64.84	24.25	17.19	8.003
Berilio	mg/kg	0.0161	0.7599	0.3686	0.1844	0.1683
Boro	mg/kg	0.0379	14.74	32.09	< 0.0379	1.417
Cadmio	mg/kg	0.0308	0.3942	0.7700	0.3614	0.2181
Calcio	mg/kg	0.9412	2822	3611	4560	3226
Cobalto	mg/kg	0.0169	9.497	7.236	6.738	5.428
Cobre	mg/kg	0.0165	21.45	35.66	18.89	12.19
Cromo	mg/kg	0.0198	27.80	20.19	10.69	10.18
Estaño	mg/kg	0.1169	0.4621	0.3508	0.3508	< 0.1169
Estroncio	mg/kg	0.0607	46.16	95.57	30.95	21.85
Hierro	mg/kg	0.4553	21088	19872	12856	11656
Litio	mg/kg	0.0146	9.084	9.718	4.780	4.558
Magnesio	mg/kg	0.3061	7030	7225	3884	3758
Manganeso	mg/kg	0.0214	440.6	163.6	307.1	132.7
Mercurio	mg/kg	0.0159	0.0892	0.0867	0.0476	0.0476
Molibdeno	mg/kg	0.0168	0.6866	5.217	0.2098	0.4558
Níquel	mg/kg	0.0219	14.70	11.12	8.128	6.790
Plata	mg/kg	0.0135	0.0894	0.1541	0.0649	0.1000
Plomo	mg/kg	0.0141	9.663	10.60	13.37	10.69
Potasio	mg/kg	1.0191	5640	3375	1025	1020
Selenio	mg/kg	0.0421	1.900	1.680	1.117	1.001
Silicio	mg/kg	0.3901	543.2	465.7	166.0	173.8
Sodio	mg/kg	1.0191	13487	17856	2821	2756
Taio	mg/kg	0.0140	0.2197	0.1559	0.0532	0.0503
Titanio	mg/kg	0.0511	201.3	119.6	69.00	63.35
Vanadio	mg/kg	0.0205	40.87	38.01	24.04	22.75
Zinc	mg/kg	0.0456	60.97	81.96	90.45	58.05

ANALYTICA PERÚ S.A.C

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización de la Gerencia General de Analytica Perú S.A.C.





AnalyticaPerú

LABORATORIO - CONSULTORIA - INGENIERÍA



INFORME DE ENSAYO N° G00004206

Referencia Cliente	SUELO P1	SUELO P2	SUELO P3	SUELO P4
Código	000133515	000133516	000133517	000133518
Condiciones ambientales en la toma de muestras	Despejado	Despejado	Despejado	Despejado
Fecha de Muestreo	10/03/2024	10/03/2024	10/03/2024	10/03/2024
Hora de Muestreo	11:30:00	08:50:00	09:00:00	12:00:00

Parámetros	Unidad	L.D.	Resultados			
FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES						
* Cianuro total (Suelo)	mg CN/kg	0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
METALES PESADOS						
Aluminio	mg/kg	0.2783	5362	2506	17372	5247
Antimonio	mg/kg	0.0105	0.5067	0.0422	0.1934	0.1270
Arsénico	mg/kg	0.0154	34.16	1.959	108.5	14.03
Bario	mg/kg	0.0236	152.2	4.373	94.79	12.77
Berilio	mg/kg	0.0161	0.6813	0.1639	0.9028	0.3259
Boro	mg/kg	0.0379	17.46	8.047	4.905	10.12
Cadmio	mg/kg	0.0308	0.5037	0.0984	2.934	0.3732
Calcio	mg/kg	0.9412	2777	1856	2547	1605
Cobalto	mg/kg	0.0169	12.34	3.270	16.14	6.676
Cobre	mg/kg	0.0165	26.05	6.512	168.4	35.33
Cromo	mg/kg	0.0198	7.408	4.911	25.97	10.06
Estaño	mg/kg	0.1169	0.3508	0.3508	0.3710	0.3508
Estroncio	mg/kg	0.0607	51.86	15.90	40.34	23.98
Hierro	mg/kg	0.4553	21663	7097	43413	14293
Litio	mg/kg	0.0146	6.017	4.076	12.74	7.867
Magnesio	mg/kg	0.3061	4271	2339	8363	4260
Manganeso	mg/kg	0.0214	678.6	87.22	664.1	161.2
Mercurio	mg/kg	0.0159	0.2652	0.0705	0.4747	0.4065
Molibdeno	mg/kg	0.0168	0.9182	0.3040	1.550	0.5359
Níquel	mg/kg	0.0219	8.905	4.653	21.57	8.834
Plata	mg/kg	0.0135	0.7524	0.0405	1.905	0.3042
Plomo	mg/kg	0.0141	185.0	7.249	176.0	24.90
Potasio	mg/kg	1.0191	948.4	563.9	2960	1549
Selenio	mg/kg	0.0421	0.7484	0.4745	2.148	0.7113
Silicio	mg/kg	0.3901	107.5	34.58	336.2	99.74
Sodio	mg/kg	1.0191	287.2	2080	4909	4035
Taio	mg/kg	0.0140	0.1609	0.0543	0.3025	0.1145
Titanio	mg/kg	0.0511	10.53	29.62	121.8	35.17
Vanadio	mg/kg	0.0205	17.64	9.529	76.82	21.12
Zinc	mg/kg	0.0456	95.14	22.50	290.5	73.07

ANALYTICA PERÚ S.A.C

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización de la Gerencia General de Analytica Perú S.A.C.





AnalyticaPerú

LABORATORIO - CONSULTORIA - INGENIERÍA



INFORME DE ENSAYO N° G00004487

Referencia Cliente	SueloP1 Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes	SueloP2 El Bendito	SueloP3 Puerto Pizarro	SueloP4 Boca del Rio Tumbes
Código	000141123	000141124	000141125	000141126
Condiciones ambientales en la toma de muestras	Despejado	Despejado	Despejado	Despejado
Fecha de Muestreo	22/06/2024	22/06/2024	23/06/2024	23/06/2024
Hora de Muestreo	11:15:00	08:30:00	08:30:00	11:00:00

Parámetros	Unidad	L.D.	Resultados			
FÍSICO-QUÍMICOS GENERALES						
* Cianuro total (Suelo)	mg CN/kg	0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001
METALES TOTALES						
Aluminio	mg/kg	0.2783	3552	10193	7468	10969
Antimonio	mg/kg	0.0105	0.0410	0.0314	0.0913	0.1357
Arsénico	mg/kg	0.0154	6.008	9.186	21.00	60.30
Bario	mg/kg	0.0236	7.408	48.00	14.39	22.01
Berilio	mg/kg	0.0161	0.2357	0.8740	0.3920	0.5350
Boro	mg/kg	0.0379	26.09	25.31	14.74	9.265
Cadmio	mg/kg	0.0308	0.2144	0.4706	0.4377	1.403
Calcio	mg/kg	0.9412	1325	5661	2114	1531
Cobalto	mg/kg	0.0169	3.496	9.433	7.193	11.08
Cobre	mg/kg	0.0165	14.04	24.58	46.14	123.8
Cromo	mg/kg	0.0198	7.844	24.00	13.49	18.31
Estaño	mg/kg	0.1169	0.3508	0.5044	0.3508	0.3508
Estroncio	mg/kg	0.0607	30.97	82.94	33.49	25.32
Hierro	mg/kg	0.4553	9483	20931	16905	25094
Litio	mg/kg	0.0146	4.552	10.12	8.915	10.55
Magnesio	mg/kg	0.3061	3088	6824	5150	6043
Manganeso	mg/kg	0.0214	89.75	398.0	211.5	494.4
Mercurio	mg/kg	0.0159	0.1209	0.0934	0.1333	0.3156
Molibdeno	mg/kg	0.0168	1.668	0.8811	0.8045	0.8033
Níquel	mg/kg	0.0219	5.489	14.54	9.623	12.97
Plata	mg/kg	0.0135	0.0667	0.1188	0.4086	1.235
Plomo	mg/kg	0.0141	6.554	15.11	28.57	98.58
Potasio	mg/kg	1.0191	1248	4810	1982	2085
Selenio	mg/kg	0.0421	0.5446	1.270	0.7472	0.7203
Silicio	mg/kg	0.3901	152.2	484.3	291.0	372.4
Sodio	mg/kg	1.0191	7526	13494	7832	6764
Talio	mg/kg	0.0140	0.1173	0.2092	0.0855	0.1042
Titanio	mg/kg	0.0511	37.22	113.7	40.86	55.61
Vanadio	mg/kg	0.0205	16.90	35.57	30.64	43.57
Zinc	mg/kg	0.0456	36.67	65.83	109.4	277.2

ANALYTICA PERÚ S.A.C

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización de la Gerencia General de Analytica Perú S.A.C.

