



# **Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión**

**Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental  
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental**

**Evaluación de impacto ambiental en las áreas de producción en la bahía de  
Sechura - Piura**

**Tesis**

**Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental**

**Autor**

**Cristhian Eduardo Vargas Collantes**

**Asesora**

**Mg. Lucero Katherine Castro Tena**

**Huacho – Perú**

**2024**



**Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales**

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Reconocimiento:** Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



# UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

## LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental  
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

### METADATOS

<b>DATOS DEL AUTOR (ES):</b>		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	<b>DNI</b>	<b>FECHA DE SUSTENTACIÓN</b>
Vargas Collantes, Cristhian Eduardo	45936465	31/05/2024
<b>DATOS DEL ASESOR:</b>		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	<b>DNI</b>	<b>CÓDIGO ORCID</b>
Mg. Castro Tena Lucero Katherine	70837735	0000-0002-6770-8615
<b>DATOS DE LOS MIEMROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:</b>		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	<b>DNI</b>	<b>CODIGO ORCID</b>
Mg. Sc. Mendoza Nieto Eroncio	06723932	0000-0002-4850-2777
Mg. Méndez Izquierdo Tania Ivette	46925087	0000-0002-2473-4610
Mg. Huertas Pomasoncco Hellen Yahaira	46741141	0000-0002-4204-7320

## Evaluación de Impacto Ambiental en las áreas de producción en la bahía de Sechura - Piura

### ORIGINALITY REPORT

18%

SIMILARITY INDEX

16%

INTERNET SOURCES

10%

PUBLICATIONS

5%

STUDENT PAPERS

### PRIMARY SOURCES

1	<a href="https://repositorio.unjfsc.edu.pe">repositorio.unjfsc.edu.pe</a> Internet Source	1%
2	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Internet Source	1%
3	<a href="https://repositorio.unp.edu.pe">repositorio.unp.edu.pe</a> Internet Source	1%
4	Submitted to Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion Student Paper	1%
5	<a href="https://dspace.unitru.edu.pe">dspace.unitru.edu.pe</a> Internet Source	1%
6	AMET CONSULTORIA AMBIENTAL Y PESQUERA S.A.C.. "EIA-SD Colectivo para el Desarrollo de la Acuicultura de la Mediana y Gran Empresa, Mediante el Cultivo del Recurso Hidrobiológico Concha de Abanico en el Sistema de Cultivo de Fondo, en la Zona de Producción Las Delicias, en la Bahía de Sechura, Distrito y Provincia de Sechura,	1%



# Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión

Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental  
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

Evaluación de impacto ambiental en las áreas de producción en la bahía de  
Sechura - Piura

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

**Jurado evaluador:**

---

Mg. Sc. Eroncio Mendoza Nieto  
PRESIDENTE

---

Mg. Tania Ivette Méndez Izquierdo  
SECRETARIA

---

Mg. Hellen Yahaira Huertas Pomasoncco  
VOCAL

---

Mg. Lucero Katherine Castro Tena  
ASESOR

**Huacho – Perú**

**2024**

## **DEDICATORIA**

Con inmensa gratitud, quiero dedicar este trabajo a mis padres por el apoyo incondicional que me han brindado a lo largo de mi vida académica. Su paciencia, aliento y cariño han sido pilares fundamentales en mi camino hacia la culminación de esta tesis. Les dedico este trabajo, honrando su invaluable influencia en mi formación como persona y profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que me han acompañado en este arduo camino. Agradecer a mi asesora de tesis, ing. Lucero Castro, cuya orientación, paciencia y experiencia, fueron pilares fundamentales para el desarrollo de este trabajo. A mi hermano Rodolfo, quien siempre estuvo a mi lado brindándome su aliento, apoyo y motivación durante cada desafío que enfrenté. De manera especial expresar mi profundo agradecimiento al Organismo Nacional de Sanidad Pesquera (SANIPES) por hacer posible la realización de esta investigación. Su generoso financiamiento no solo ha facilitado el desarrollo de este trabajo académico, sino que también ha fortalecido mi compromiso con contribuir al conocimiento científico en el ámbito de la sanidad pesquera. Este logro no hubiera sido posible sin su apoyo invaluable, el cual siempre recordaré con gratitud.

# ÍNDICE

<b>DEDICATORIA</b>	<b>III</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>IV</b>
<b>INDICE</b>	<b>V</b>
<b>Resumen</b>	<b>X</b>
<b>Summary</b>	<b>XI</b>
<b>CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Descripción de la realidad problemática</b>	<b>1</b>
<b>1.2. Formulación del problema</b>	<b>2</b>
1.2.1. Problema general	2
1.2.2. Problemas específicos	2
<b>1.3. Objetivos de la Investigación</b>	<b>3</b>
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
<b>1.4. Justificación de la investigación</b>	<b>3</b>
<b>1.5. Delimitación del estudio</b>	<b>4</b>
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b>	<b>5</b>
<b>2.1. Antecedentes de la investigación</b>	<b>5</b>
2.1.1. Antecedentes internacionales	5
2.1.2. Antecedentes Nacionales	10
<b>2.2. Bases teóricas</b>	<b>14</b>
2.2.1. Evaluación de impacto ambiental	14
2.2.2. Metodología de identificación de impactos ambientales en las áreas de producción	15
2.2.3. Evaluación de impacto ambiental en la industria acuícola	17
2.2.4. Medidas de mitigación y compensación	18
<b>2.3. Definiciones de términos básicos</b>	<b>19</b>
2.3.1. Acuicultura	19
2.3.2. Concha de abanico ( <i>Argopecten purpuratus</i> )	20
2.3.3. Cultivo de concha de abanico	21
2.3.4. Marco normativo ambiental y sanitario	22
<b>2.4. Hipótesis de la investigación</b>	<b>26</b>
2.4.1. Hipótesis general	26
2.4.2. Hipótesis específicas	26
<b>2.5. Operacionalización de las variables</b>	<b>26</b>



<b>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA</b>	<b>28</b>
<b>3.1. Diseño metodológico</b>	<b>28</b>
3.1.1. Ubicación	28
<b>3.2. Población y muestra</b>	<b>28</b>
3.2.1. Población	28
3.2.2. Muestra	28
<b>3.3. Técnicas para el procesamiento de datos</b>	<b>28</b>
3.3.1. Enfoque	28
3.3.2. Diseño	30
3.3.3. Procedimiento	30
3.3.4. Para la identificación de impactos ambientales	31
3.3.5. Para el análisis de riesgos ambientales	32
3.3.6. Para la valorización de impactos ambientales	32
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS</b>	<b>35</b>
<b>4.1. Identificación de peligros por prospección marina y terrestre en la bahía de Sechura</b>	<b>35</b>
4.1.1. Áreas de producción Chulliyachi y San Pedro 1	35
4.1.2. Área de producción Mataballo	36
4.1.3. Área de producción Constante	37
4.1.4. Área de producción Las Delicias	38
4.1.5. Área de producción Parachique	39
4.1.6. Área de producción Barrancos	40
4.1.7. Área de producción Vichayo	41
4.1.8. Área de producción Puerto Rico	42
<b>4.2. Valorización del riesgo</b>	<b>47</b>
<b>CAPÍTULO V. DISCUSIONES</b>	<b>72</b>
<b>CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES</b>	<b>73</b>
<b>CAPÍTULO VII. RECOMENDACIONES</b>	<b>74</b>
<b>CAPÍTULO VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	<b>35</b>
<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

1. Operación de variables e invariables.	27
2. Número de estaciones por cada área de producción y zonificación.	30
3. Matriz de indicadores sanitarios.	32
4. Tabla de Consecuencias Generales para la evaluación de riesgos ecológicos asociados a la acuicultura.	33
5. Definiciones de probabilidad.	33
6. Matriz de riesgo: los números en las celdas indican el valor del riesgo, el tono de los colores indica las clasificaciones de riesgo.	34
7. Matriz de riesgo: los números en las celdas indican el valor del riesgo, el tono de los colores indica las clasificaciones de riesgo en categorías	34
8. Identificación de impactos en las áreas de producción de Chulliyachi y San Pedro 1.	44
9. Identificación de impactos en las áreas de producción Mataballo.	45
10. Identificación de impactos en las áreas de producción Constante.	45
11. Identificación de impactos en las áreas de producción Las Delicias.	46
12. Identificación de impactos en las áreas de producción Parachique.	47
13. Identificación de impactos en las áreas de producción Barrancos.	49
14. Identificación de impactos en las áreas de producción Vichayo.	50
15. Identificación de impactos en las áreas de producción Puerto Rico.	51
16. Valorización de riesgo de las áreas de producción.	72

## ÍNDICE DE FIGURAS

1. Carta de ubicación de las principales fuentes de contaminación de la bahía de Sechura.	20
2. Mapa de ubicación de las áreas de producción de la bahía de Sechura-Piura, Perú.	29
3. Georreferenciación de las fuentes de contaminación en la prospección marina y terrestre de la bahía de Sechura.	46
4. Georreferenciación de los puntos de muestreo en la prospección marina y terrestre de la bahía de Sechura.	47
5. Puntos de muestreo del sector del área de producción San Pedro 1 de la bahía de Sechura.	49
6. Puntos de muestreo del sector del área de producción Chulliyachi de la bahía de Sechura.	51
7. Puntos de muestreo del sector del área de producción Matacaballo de la bahía de Sechura.	53
8. Puntos de muestreo del sector del área de producción Constante de la bahía de Sechura.	55
9. Puntos de muestreo del sector del área de producción Las Delicias de la bahía de Sechura.	57
10. Puntos de muestreo del sector del área de producción Parachique de la bahía de Sechura.	59
11. Puntos de muestreo del sector del área de producción Vichayo de la bahía de Sechura.	61
12. Puntos de muestreo del sector del área de producción Barrancos de la bahía de Sechura.	63
13. Puntos de muestreo del sector del área de producción Puerto Rico de la bahía de Sechura.	66
14. Interpolación por IDW con el indicador Coliformes termotolerantes en la bahía de Sechura.	67
15. Interpolación por IDW con el indicador <i>E. coli</i> en la bahía de Sechura.	68
16. Fondeadero de embarcaciones en Las Delicias.	83
17. Desembocadura del Estuario de Virrilá.	83
18. Botadero Municipal de Sechura.	84
19. Dren proveniente del Río Piura.	84

20. Pesquera Diamante, infraestructura abandonada, se evidencian tuberías inoperativas	85
21. Plataforma Puerto Rico 4 sin toldo, con presencia de heces, cajón inoperativo.	85
22. Plataforma Puerto Rico 7 en mal estado de conservación. Cuenta con piso de cemento deteriorado y piso de mayólica deteriorado.	86
23. Plataforma Puerto Rico 12 en la que se comercializa combustible, se evidencia tubería de evacuación de efluentes al mar.	86
24. Plataforma de Pedro Plataforma Puerto Rico 22 Morán Valladolid, en mal estado de conservación.	87
25. Plataforma Puerto Rico 31 con presencia de valvas y residuos orgánicos en estado de descomposición de concha de abanico y caracol, abundantes moscas.	87
26. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Puerto Rico. Se evidenció 03 pozas de oxidación con agua residual, no cuentan con personal para verificar la operatividad de las pozas.	88
27. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Puerto Rico, se evidenció poza de oxidación con agua residual, no cuentan con personal para verificar la operatividad de las pozas.	88
28. Planta Piloto de tratamiento de mineral - Misky Mayo. Zona de viviendas, se evidencia infraestructura de planta piloto de tratamiento de mineral.	89
29. Vichayo, campamento de Nemo Corporation SA., para almacén de mallas, vivienda y materiales de cultivo.	89
30. La Bocana de Parachique. Zona de astilleros, botadero con presencia de residuos orgánicos e inorgánicos.	90
31. La Bocana de Parachique, zona de astilleros, botadero con presencia de residuos orgánicos e inorgánicos, E/P deterioradas.	90
32. Parachique, se evidencia tubería de PVC de 2", con salida al mar.	91
33. Parachique. Botadero de residuos orgánicos e inorgánicos.	91
34. Constancia de prestación de servicios como tesista investigador en SANIPES.	95
35 Correos de solicitud y permiso de uso para el manejo de base de datos de los resultados de revaluación de la Bahía de Sechura.	96

## RESUMEN

La investigación se enfoca en evaluar el impacto ambiental en las áreas de producción de la bahía de Sechura durante 2021-2022, mediante prospecciones terrestres y marítimas que monitorearon 169 puntos cada 15 días durante 12 meses para parámetros biológicos y químicos. Se utilizó el análisis de riesgos y ArcGIS 10.8 para mapear zonas de riesgo, detectando altos niveles de Coliformes termotolerantes y *E. coli* en ciertas áreas. Aunque los niveles de metales pesados, hidrocarburos, fenoles, cromo hexavalente, aceites y grasas cumplieron con estándares, se identificaron riesgos extremos en desembarques informales en Puerto Rico y altos riesgos en Parachique. Se concluye que los coliformes termotolerantes en Puerto Rico representan un riesgo extremo, con implicaciones en la exportación a la Comunidad Europea y pérdidas económicas estimadas. Se recomienda reforzar la supervisión sanitaria en puntos de descarga informal con apoyo gubernamental.

**Palabras clave:** Análisis de riesgos, impacto ambiental, Coliformes termotolerantes, *E. coli*.

## SUMMARY

The research focuses on evaluating the environmental impact in the production areas of Sechura Bay during 2021-2022, through land and maritime surveys that monitored 169 points every 15 days for 12 months for biological and chemical parameters. Risk analysis and ArcGIS 10.8 were used to map risk areas, detecting high levels of thermotolerant coliforms and *E. coli* in certain areas. Although the levels of heavy metals, hydrocarbons, phenols, hexavalent chromium, oils and greases met standards, extreme risks were identified in informal landings in Puerto Rico and high risks in Parachique. It is concluded that thermotolerant coliforms in Puerto Rico represent an extreme risk, with implications for export to the European Community and estimated economic losses. It is recommended to reinforce health supervision at informal discharge points with government support.

**Key words:** Risk analysis, environmental impact, thermotolerant coliforms, *E. coli*.

## CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. Descripción de la realidad problemática

La acuicultura en el Perú dio sus primeros pasos en la década de 1920 con la introducción de la trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en las zonas altoandinas, tales como ríos, lagos y lagunas. Este desarrollo inicial tuvo su origen en la iniciativa de mineros europeos, quienes introdujeron la especie con fines deportivos. A lo largo de las décadas siguientes, con especial énfasis en la década de 1970, se inició la cría de langostinos de las especies *Litopenaeus vannamei* y *L. stylirostris*, así como a la producción de conchas de abanico (*Argopecten purpuratus*) en el litoral norte del país, según lo documentado por Ruiz (2012). Este período marcó un hito significativo en la diversificación de las prácticas acuícolas en la región.

En la actualidad, Ecuador ostenta el título de principal productor y exportador mundial de *Litopenaeus vannamei*, mientras que, en Perú, *Argopecten purpuratus* desempeña un papel fundamental en la industria acuícola. En la bahía de Sechura, se han establecido aproximadamente 200 concesiones acuícolas destinadas al cultivo de conchas de abanico, las cuales representan un recurso de gran relevancia tanto para el mercado nacional como internacional, con destinos que incluyen Estados Unidos, la Unión Europea, China y Rusia. No obstante, estas áreas de producción enfrentan diversas amenazas directas, entre las que se incluyen desafíos asociados al ordenamiento territorial, actividades de desembarque ilegal y la carencia de infraestructuras de agua y saneamiento en los centros poblados cercanos, según lo señalado por Vargas en su estudio del año 2023. Además, la presencia de una alta carga orgánica proveniente del río Piura en la zona norte de la bahía genera problemas de contaminación, como la presencia de *Escherichia coli* en los moluscos y coliformes termotolerantes en las aguas marinas. Para garantizar la inocuidad de los productos para el consumidor, las autoridades sanitarias aplican protocolos específicos.

En Perú, el Organismo Nacional de Sanidad Pesquera (en adelante, SANIPES) es la entidad encargada de la fiscalización, control de calidad y cumplimiento de las regulaciones en el sector acuícola. Esta institución realiza análisis de control de calidad de los productos hidrobiológicos desde noviembre de 2013.

Durante la pandemia de COVID-19, la industria acuícola peruana implementó estrictos protocolos de sanidad e inocuidad para mantener sus operaciones durante las cuarentenas y restricciones gubernamentales. Sin embargo, es necesario llevar a cabo un análisis claro de los impactos ambientales generados por las actividades antrópicas y las externalidades asociadas en las áreas de producción. En este sentido, la identificación y diagnóstico ambiental en dichas áreas, incluyendo la *A. purpuratus*, así como el desarrollo de estrategias ambientales basadas en información proporcionada por SANIPES y el uso de herramientas cuantitativas de procesamiento de datos, resultan fundamentales para una gobernanza ambiental y sanitaria efectiva en la bahía de Sechura.

En este sentido, frente al posible deterioro de la calidad ambiental en la bahía de Sechura se formularon los siguientes objetivos:

- Identificar y describir las actividades antrópicas y agentes que puedan generar impactos ambientales en las áreas de producción de la bahía de Sechura en el 2022.
- Analizar las posibles repercusiones económicas y sociales que generaría los impactos ambientales producidos en las áreas de producción de la bahía de Sechura en el 2022.
- Diagnosticar las áreas de producción con mayor vulnerabilidad ambiental antes actividades antrópicas y eventos naturales en la bahía de Sechura de 2022.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

- ¿Cuáles son los posibles impactos ambientales generadas en la bahía de Sechura y como afectan en las áreas de producción en el 2022?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- ¿Cuáles son las actividades antrópicas que estarían impactando ambientalmente la bahía de Sechura en el 2022?
- ¿Cuáles son las repercusiones económicas y sociales respecto a los impactos ambiental en la bahía de Sechura en el 2022?



- ¿Cuáles son las propuestas de prevención, control y mitigación de los impactos ambientales y sus repercusiones en la bahía de Sechura en el 2022?

### **1.3. Objetivos de la Investigación**

#### **1.3.1. Objetivo general**

- Evaluar los impactos ambientales generados en la bahía de Sechura y la afectación en las áreas de producción en el 2022, para de esta manera poder recomendar medidas que reduzcan los impactos identificados.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Identificar y describir las actividades y agentes que puedan generar impactos ambientales en las áreas de producción de la bahía de Sechura en el 2022.
- Analizar las posibles repercusiones económicos y sociales que generaría los impactos ambientales producidos en las áreas de producción de la bahía de Sechura en el 2022.
- Establecer propuestas de prevención, control y mitigación de los impactos ambientales y sus repercusiones en la bahía de Sechura en el 2022.

### **1.4. Justificación de la investigación**

La finalidad de la presente tesis consiste en identificar, evaluar y proponer planes de manejo ambiental para abordar los impactos ambientales en las áreas de producción de la bahía de Sechura durante el periodo del año 2022. Esta región se distingue por albergar actividades productivas fundamentales, tales como la pesca artesanal, industrial y la maricultura, que constituyen fuentes significativas de ingresos. Asimismo, la bahía es escenario de diversas operaciones en sectores clave como el industrial, la minería no metálica y los hidrocarburos. Es crucial destacar que la bahía de Sechura desempeña un papel de suma importancia en el comercio a nivel nacional e internacional. En este contexto, la Autoridad Nacional de Pesca y Acuicultura (SANIPES) manifiesta un interés particular en llevar a cabo estudios multidisciplinarios con el propósito de realizar evaluaciones sanitarias anuales. Estos estudios buscan comprender y abordar los impactos medioambientales derivados de diversas actividades económicas, asegurando así la sostenibilidad a largo plazo de la bahía y su relevancia para el comercio.

### **1.5. Delimitación del estudio**

El presente trabajo de investigación abarca la bahía de Sechura – Piura, ubicada entre los paralelos 5°18'46" y 5°50'33" de latitud sur a una altura de 0 msnm.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1. Antecedentes internacionales

##### Estudios realizados en ecosistemas marinos

“La baja descarga de agua dulce resultó en una mayor concentración de coliformes fecales” (Liu et al., 2015, p. 632). Este hallazgo destaca la importancia de la descarga de agua dulce en la distribución de coliformes fecales en un sistema estuarino. Cuando fluye menos agua dulce al sistema, la concentración de coliformes fecales tiende a ser mayor. Asimismo, "La reducción de la carga de coliformes fecales redujo considerablemente la contaminación a lo largo del río Danshuei, el arroyo Tahan, el arroyo Hsintien y el río Keelung" (Liu et al., 2015, p. 638). Este resultado sugiere que la reducción de la carga de coliformes fecales puede ser una estrategia efectiva para disminuir la contaminación en los sistemas estuarinos.

“*E. coli* se utilizó como indicador biológico de contaminación fecal en los ríos y la bahía” (Albuquerque De Assis Costa et al., 2018, p. 515). El estudio encontró que las concentraciones de *E. coli* eran más altas en los ríos con un alto aporte de aguas residuales y disminuían río abajo hacia la bahía, lo que indica que ocurren procesos de dilución y dispersión.

La mejora del tratamiento de efluentes es probable que tenga un impacto significativo en la reducción de amonio y coliformes totales en el río Turag-Tongi-Balu (Whitehead et al., 2018, p. 223). Este modelo sugiere que la combinación de estrategias de intervención, como la mejora del tratamiento de efluentes y la reducción de nutrientes agrícolas, puede ser más efectiva para reducir los niveles de nutrientes y coliformes totales en el río (Whitehead et al., 2018, p. 227).

Una implementación exitosa de las estrategias propuestas requerirá una inversión significativa en infraestructura y tecnología, así como una coordinación efectiva entre las autoridades locales y nacionales. Además de los factores técnicos y económicos, también es importante considerar los factores sociales y políticos al implementar estrategias para mejorar la calidad del agua en el río Turag-Tongi-Balu (Whitehead et al., 2018, p. 231).

Los hallazgos presentados por (Frena et al., 2019) sugieren que el “monitoreo integrado de marcadores químicos y biológicos puede ser una herramienta efectiva para evaluar la contaminación por aguas residuales en los estuarios subtropicales”. En concordancia con esta perspectiva, Carvalho & Fontes (2007) resaltan que la carcinicultura, aunque representa una actividad económica significativa en el litoral de Sergipe, también puede ser una fuente potencial de contaminación del agua debido a la liberación de aguas residuales. Los autores enfatizan la importancia de realizar estudios adicionales para evaluar de manera exhaustiva el impacto de la carcinicultura en la calidad del agua en la región.

Carreira et al., (2001) identificaron varias fuentes potenciales de contaminación por aguas residuales en el estuario del río Sergipe, incluyendo actividades antropogénicas como la producción de alimentos, plásticos, textiles, cerámica y metalurgia, así como entradas de aguas residuales domésticas. De acuerdo a sus resultados, ellos indican que "el coprostanol es un indicador útil para evaluar la contaminación reciente por aguas residuales domésticas" (p. 37). Asimismo, encontraron que “los niveles de coliformes fecales (FC) en muestras de agua superficial y esteroides en muestras de sedimentos superficiales recolectadas del estuario del río Sergipe variaron estacionalmente”. Según Cabral et al., (2018), “los niveles más altos de FC se observaron durante la temporada de lluvias, mientras que los niveles más bajos se registraron durante la temporada seca” (p. 741). Además, los autores encontraron que los niveles de esteroides también variaron estacionalmente, con concentraciones más altas durante la temporada seca.

“Los resultados sugieren que las estrategias de gestión deben centrarse en reducir la descarga de aguas residuales sin tratar en los ríos y mejorar el tratamiento de las aguas residuales antes de su descarga en la Bahía de Guanabara” (Albuquerque De Assis Costa et al., 2018, p. 517). “El estudio destaca la necesidad urgente de prácticas de gestión eficaces para reducir la contaminación por aguas residuales en los estuarios tropicales urbanos como la Bahía de Guanabara, que puede tener un impacto significativo en la salud humana y el funcionamiento del ecosistema”.

“La calidad ambiental de la bahía de Sungo se beneficia de la acuicultura integrada, una buena hidrodinámica y rotación de cultivos durante más de 10 años. Según el estudio, la condición del sedimento estaba en 'mejor condición' y los efectos a largo

plazo de las actividades de cultivo a gran escala de bivalvos y algas marinas en el ambiente bentónico de la bahía Sungo eran bajos” (Zhang et al., 2020, p. 7). Asimismo, “la abundancia de macrofauna en verano aumentó significativamente en comparación con los resultados anteriores del estudio. Según los autores, "hubo un cambio significativo como la abundancia macrofauna en verano aumentó significativamente en comparación con los resultados anteriores” (Zhang et al., 2020, p. 7)

También recomiendan que se necesitan investigaciones futuras sobre el impacto indirecto, lejano y a nivel ecosistémico del cultivo a gran escala de bivalvos y algas marinas en la bahía Sungo. Según los autores, "el impacto indirecto, lejano y a nivel ecosistémico necesita ser investigado en el futuro" (Zhang et al., 2020, p. 7).

La disminución de la salinidad en la cabecera del río May indica una posible influencia de factores ambientales y antropogénicos. Según (Soueidan et al., 2021), "los niveles de salinidad disminuyeron en la cabecera, mientras que la variabilidad aumentó" (p. 2). Esto sugiere que “los cambios en el uso del suelo, el clima y otros factores pueden estar afectando la calidad del agua en esta zona. El aumento de los niveles de coliformes fecales a lo largo del río May es una preocupación importante para la salud humana y ambiental”. De acuerdo a (Soueidan et al., 2021) “los coliformes fecales aumentaron de 1999 a 2017 en toda la red hidrológica, con cambios drásticos ocurriendo en la cabecera” (p. 2). “Estos resultados indican que se necesitan medidas urgentes para reducir la contaminación fecal y mejorar la calidad del agua”.

Los patrones estacionales y las fluctuaciones climáticas pueden tener un impacto significativo en los niveles de salinidad y coliformes fecales en el río May. Según (Soueidan et al., 2021), "la salinidad y los coliformes fecales fueron influenciados por parámetros espaciales, temporales, ambientales y antropogénicos" (p. 2). Estos hallazgos destacan la importancia de considerar múltiples factores al evaluar la salud de los ecosistemas estuarinos.

La contaminación por coliformes termotolerantes ha empeorado en la última década en el estuario del río Caeté, Pará, Brasil, y puede estar afectando la salud pública y las actividades económicas de la población local (Pereira et al., 2021, p. 14). “El crecimiento de la población y la falta de un sistema de saneamiento público

contribuyen a la creciente contaminación de las aguas del estuario del río Caeté, especialmente en los sectores más urbanizados” (Pereira et al., 2021, p. 14).

A pesar de la existencia de áreas protegidas y un plan maestro municipal, no ha habido avances prácticos hacia la instalación de un sistema de saneamiento público en el estuario del río Caeté. En el sector más urbanizado del municipio, el agua local es inapropiada para cualquier tipo de uso, pero a pesar de esto, la vida diaria de la población continúa sin cambios (Pereira et al., 2021).

“El estudio de (Sakamaki et al., 2022) revela que la acuicultura de bivalvos puede tener un impacto significativo en el medio ambiente local, especialmente en términos del suministro y la calidad de la materia orgánica en el fondo marino”. Según los resultados presentados por los autores, "la acuicultura de ostras aumentó significativamente la concentración de materia orgánica particulada en el fondo marino, lo que puede tener implicaciones para la calidad del agua y la salud del ecosistema" (p. 13). Este hallazgo destaca la necesidad de abordar los posibles efectos adversos de la acuicultura en el entorno marino.

La distribución de los foraminíferos bentónicos está principalmente gobernada por los fuertes gradientes ambientales en el noroeste del Golfo de Bengala. Según (Saalim et al., 2022), la región está bajo la influencia constante del flujo terrígeno y tiene nichos ecológicos estresados. La profundidad, la temperatura, la materia orgánica, el oxígeno disuelto, la fracción gruesa, la salinidad y Corg/N son algunas de las variables ambientales más significativas que influyen en la distribución de los foraminíferos bentónicos en el Golfo de Bengala occidental.

(Saalim et al., 2022) encontraron que el oxígeno disuelto y el carbono orgánico afectan significativamente a la abundancia de los foraminíferos bentónicos vivos en la región; mostrando resultados este estudio, la abundancia de foraminíferos bentónicos vivos disminuye con la disminución del oxígeno disuelto y el aumento del carbono orgánico. En general, este estudio proporciona una herramienta potencial para la evaluación del impacto ambiental en la región del Golfo de Bengala. Los autores sugieren que los resultados de su estudio pueden ser útiles para el manejo ambiental y los esfuerzos de conservación en la región (Saalim et al., 2022).

La concentración de coliformes fecales en el agua superficial de los ríos de Kirguistán varió de 0 a 23 MPN/100 mL, con una calidad generalmente buena del agua superficial de los ríos kirguisos, siendo mayor durante el período de alta flujo del río y en las tierras bajas (Li et al., 2022, p. 1). El análisis estadístico mostró que la población y la modificación humana de los sistemas terrestres estaban fuertemente correlacionadas con la concentración de coliformes fecales en los ríos kirguisos (Li et al., 2022, p. 8).

Los resultados sugieren que la ganadería contribuyó poco a la contaminación por coliformes fecales en Kirguistán (Li et al., 2022, p. 1).

Los resultados del estudio llevado a cabo por Le et al. (2022) indican que los niveles de contaminación por metales pesados en la zona costera de acuicultura en el delta del río Rojo en Vietnam son motivo de preocupación. Según los hallazgos, "los valores medios de concentración de metales pesados en el agua marina excedieron los límites permisibles establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y las normas nacionales vietnamitas" (p. 3). Este descubrimiento subraya la necesidad de abordar de manera inmediata y efectiva los problemas de contaminación en esta área específica.

Además de evaluar los niveles de contaminación por metales pesados, los autores también identificaron algunos factores que pueden estar contribuyendo a esta problemática ambiental. Según el estudio, "la actividad humana intensiva en la zona costera, incluyendo la acuicultura y la agricultura intensiva, así como las descargas industriales y urbanas sin tratamiento adecuado" son algunas de las principales fuentes de contaminación (Le et al., 2022, p. 2). Estos hallazgos sugieren que se necesitan medidas urgentes para reducir estas actividades o mejorar sus prácticas para minimizar su impacto ambiental.

El estudio resalta las potenciales repercusiones adversas que esta contaminación puede tener tanto en la salud humana como en el bienestar económico de las comunidades locales. Según los autores, "la presencia de metales pesados en la zona costera destinada a la acuicultura puede comprometer la calidad y seguridad de los productos acuícolas, generando un impacto negativo en la economía tanto a nivel local como nacional" (Le et al., 2022, p. 1). Además, la acumulación de metales pesados en los

tejidos de los organismos marinos, consumidos posteriormente por las personas, podría tener efectos tóxicos a largo plazo.

Un estudio realizado en el estuario del río Premios, Golfo de Maranhao, Brasil, muestran que “Las concentraciones más altas de metales pesados se encontraron en *Genyatremus luteus* y *Macrodon ancylodon*” (Albuquerque et al., 2023, p. 4). Esto destaca la importancia de monitorear estas especies en particular para evaluar la salud general del ecosistema. De igual manera, “Los resultados sugieren que el biomonitoreo utilizando tejido muscular de pescado puede ser una herramienta útil para evaluar la contaminación por metales pesados en ambientes acuáticos”(Albuquerque et al., 2023, p. 5). Este hallazgo tiene implicaciones para futuras investigaciones y esfuerzos de monitoreo destinados a proteger la salud humana y ambiental de la contaminación por metales pesados.

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

#### **Estudio de la contaminación de las aguas costeras en la bahía de Chancay**

El impacto ambiental registrado en la bahía de Chancay varía según la sensibilidad o fragilidad de las variables ambientales, siendo de corto plazo y derivado principalmente de las plantas de procesamiento industrial pesquero. Los efectos más significativos se atribuyen a los efluentes descargados en el cuerpo receptor (mar), siendo los principales contribuyentes el agua de descarga por bombeo, compuesta por la descarga del pescado, la sanguaza (líquido residual conformado por la mezcla de sangre, residuos orgánicos y agua) y el agua de cola, resultante de diversas operaciones como el prensado y el cocinado, tratada posteriormente en una planta de evaporación.

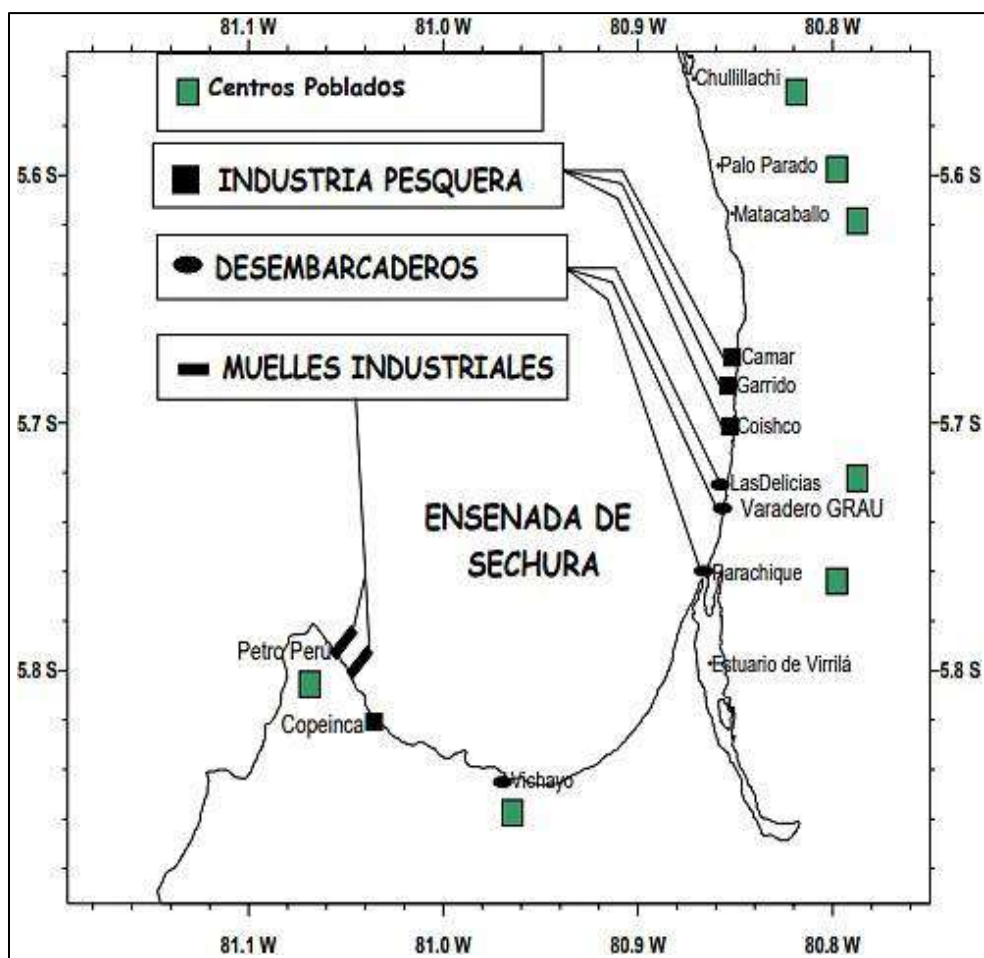
A largo plazo, los impactos se generan por los vertimientos provenientes de las actividades domésticas urbanas e industriales del procesamiento hacia las aguas costeras de la bahía de Chancay. Estos impactos se encuentran asociados con concentraciones de material orgánico, grasas, aceites e inorgánicos residuales de la limpieza de las plantas industriales, alterando las características físicas, químicas y biológicas de las aguas costeras. Este fenómeno resulta en cambios notorios en la calidad del agua y el deterioro del paisaje de la bahía de Chancay, con presencia de sólidos en suspensión y otras sustancias.



Los efectos en la salud de la población de Chancay se consideran severos, reflejándose en la aparente prevalencia de enfermedades respiratorias e infecciones gastrointestinales, afectando al 3% de la población local con conjuntivitis y al 9% con enfermedades dérmicas causadas por el contacto con aguas y arena. A nivel socioeconómico, el impacto es también severo, manifestándose en el deterioro de áreas recreativas, turísticas y playas, lo cual representa un costo significativo para la sociedad y afecta las condiciones sanitarias generales de la bahía de Chancay (Cabrera, 2002).

### Fuentes de contaminación ambiental en la Bahía de Sechura

Los estudios efectuados por el Instituto del Mar del Perú (IMARPE) demuestra que la mayor parte de los efluentes y aguas servidas de estos centros poblados son vertidos al litoral de la bahía de Sechura, contribuyendo así a la contaminación de la zona”. (IMARPE, 2007).



**Figura 1.** Carta de ubicación de las principales fuentes de contaminación de la bahía de Sechura. Fuente: (IMARPE, 2007).

Las fuentes principales de contaminación identificadas por el Instituto del Mar del Perú (IMARPE) en la bahía de Sechura, según su informe de 2007, abarcan las plantas de harina de pescado, los puntos de embarque de la pesca artesanal e industrial, los fondeaderos de la flota pesquera artesanal e industrial, la planta de concentración de fosfatos, el terminal del oleoducto y los centros poblados ribereños. Estos sitios son responsables de la mayoría de los vertidos de efluentes líquidos y aguas residuales que afectan el litoral de la bahía de Sechura.

La bahía de Sechura enfrenta varios problemas ambientales, según un informe de monitoreo ambiental realizado por la OEFA en marzo de 2017 (Del Solar Palomino & Herrera Ayoque, 2017). Dicho informe señala que las actividades industriales como la pesquería, minería e hidrocarburos ejercen un impacto significativo en la calidad del agua, sedimentos y aire de la bahía. Además, según lo resalta Sierra Praeli (2018), el gerente de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente de la Región Piura, en Sechura el problema se agrava debido a la contaminación generada por la pesca, los desagües y los hidrocarburos.

Estos datos evidencian la complejidad y gravedad de la situación ambiental en la bahía de Sechura, donde diversas actividades industriales y la falta de adecuadas prácticas de manejo ambiental contribuyen a los problemas de contaminación en la zona. Es fundamental tomar medidas efectivas para mitigar y controlar estos impactos negativos, y promover una gestión ambiental más sostenible en beneficio de la bahía y sus comunidades.

La contaminación en la bahía de Sechura representa una problemática severa que impacta no solo a los ecosistemas marinos, sino también a las comunidades locales cuya subsistencia se encuentra estrechamente ligada al entorno marítimo. La pesca, como actividad preponderante en la región, se ve directamente afectada por la contaminación del agua, generando consecuencias perjudiciales para la fauna ictícola y otros organismos marinos. Es crucial destacar que la contaminación atmosférica también ejerce efectos adversos en la salud humana, comprometiendo el bienestar de quienes residen en la zona. En este contexto, es imperativo implementar medidas que aborden de manera integral estos problemas, considerando tanto la preservación de los recursos marinos como la salud comunitaria.

En relación con los residuos sólidos en la bahía de Sechura, un informe del Comité de Gestión y Seguimiento de la Bahía de Sechura (GCSS) destaca la presencia de desechos sólidos derivados tanto del proceso de extracción de mariscos como de las actividades poblacionales (MINAM, 2014). Además, a nivel urbano, la ciudad de Sechura genera aproximadamente 517.5 toneladas métricas de residuos sólidos, con un promedio per-cápita de 0.45 kg por habitante al día (Vera, 2012). Estos datos revelan la magnitud del desafío que implica la gestión adecuada de los residuos sólidos en la zona, subrayando la necesidad de implementar estrategias efectivas de manejo y reducción de residuos para mitigar los impactos negativos en la bahía y sus ecosistemas marinos.

Para abordar estos problemas ambientales, se necesitan medidas efectivas para reducir la contaminación en la bahía de Sechura. Algunas posibles soluciones incluyen mejorar el tratamiento de aguas residuales y reducir las emisiones de gases contaminantes. También se pueden implementar medidas para reducir el impacto de las actividades industriales en el ambiente.

Es importante que se tomen medidas para abordar estos problemas ambientales en la bahía de Sechura para proteger los ecosistemas marinos y garantizar la salud y el bienestar de las comunidades locales.

Estudios realizados en la Bahía de Sechura en el 2016 por Vargas & Mendoza, (2017) mediante un análisis espacial utilizando la interpolación por IDM con el software Arcgis 10.4.1 permitió visualizar la distribución espacial de los parámetros evaluados en las diferentes zonas de monitoreo. Según los autores, este análisis permitió identificar patrones espaciales en la distribución de los contaminantes y su relación con las fuentes potenciales de contaminación. Este resultado es importante porque permite una mejor comprensión de los procesos que afectan la calidad del agua en la bahía y puede ser útil para diseñar estrategias efectivas para su conservación y manejo sostenible (Vargas & Mendoza, 2017).

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Evaluación de impacto ambiental**

El impacto ambiental aborda las alteraciones en el entorno, ya sean originadas por acciones humanas o eventos naturales. Aunque fenómenos como huracanes o terremotos pueden inducir cambios en el medio ambiente, la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) se concentra en los posibles efectos que podrían ser ocasionados por proyectos o actividades que aún no han sido iniciados (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2018). Este enfoque proactivo busca anticipar y gestionar los impactos negativos potenciales, proporcionando un marco crucial para la toma de decisiones informadas que promuevan la sostenibilidad ambiental y la conservación de los recursos naturales en el contexto de proyectos específicos, como los relacionados con la acuicultura marina en la bahía de Sechura.

Asimismo, el ambiente es un sistema complejo en el cual interactúan una variedad de elementos naturales y procesos vitales. Sin embargo, la actividad humana ha generado impactos significativos en este entorno, lo que ha llevado a la necesidad de comprender y abordar los efectos negativos que nuestras acciones tienen sobre la naturaleza. En este subcapítulo, se explora los diferentes tipos de impactos ambientales y su importancia en la conservación del ambiente.

Los impactos ambientales físicos se refieren a las modificaciones en la estructura y composición física del entorno. Estos impactos abarcan la degradación del suelo, ocasionada por prácticas como la deforestación y la agricultura intensiva, así como cambios en la topografía originados por la construcción de infraestructuras y la extracción de recursos. Además, la contaminación del suelo y del agua, resultado de actividades industriales y mineras, también constituye un componente significativo de estos impactos (Mitsch & Gosselink, 2015). Estas transformaciones pueden acarrear consecuencias negativas para los ecosistemas, la biodiversidad y la calidad de vida de las comunidades locales, subrayando la importancia de implementar medidas de mitigación y gestión ambiental en proyectos como la acuicultura marina, donde la interacción con el entorno es fundamental.

Los impactos ambientales químicos se producen cuando se liberan sustancias químicas dañinas al medio ambiente. Esto puede ocurrir a través de la emisión de contaminantes

atmosféricos, la descarga de productos químicos tóxicos en cuerpos de agua y la acumulación de residuos peligrosos en el suelo (Mitsch & Gosselink, 2015). Estos impactos pueden tener consecuencias graves para “la salud humana, la fauna y la flora, así como para los ecosistemas acuáticos y terrestres en general”.

Los impactos ambientales biológicos se refieren a los cambios en los ecosistemas y la biodiversidad. Estos cambios pueden incluir la pérdida de hábitats naturales debido a la deforestación y la urbanización, hasta la introducción de especies exóticas invasoras que desplazan a las especies nativas, así como la interrupción de los procesos ecológicos naturales a causa de la fragmentación del hábitat y la contaminación (Mitsch & Gosselink, 2015). Estos impactos pueden conllevar consecuencias negativas para la estabilidad de los ecosistemas y la supervivencia de especies clave.

Además de los impactos ambientales mencionados anteriormente, también debemos considerar los impactos sociales y culturales. Estos impactos se refieren a los cambios en las comunidades humanas y las culturas debido a la degradación ambiental. La reubicación forzada de poblaciones, la pérdida de medios de vida tradicionales, la degradación de los recursos naturales utilizados por las comunidades locales y la pérdida de prácticas culturales son ejemplos de impactos sociales y culturales (Programa del Medio Ambiente de las Naciones Unidas, 2002). Estos impactos pueden tener consecuencias socioeconómicas significativas y afectar negativamente la calidad de vida de las personas.

La comprensión de los diferentes tipos de impactos ambientales es esencial para la conservación del medio ambiente. Estos impactos pueden tener consecuencias negativas a largo plazo en la biodiversidad, los ecosistemas y la calidad de vida de las personas. Es responsabilidad de todos tomar medidas para reducir y mitigar estos impactos, a través de prácticas sostenibles, la implementación de políticas ambientales adecuadas y la educación ambiental. Solo a través de un enfoque integral y consciente podremos preservar nuestro valioso entorno natural para las generaciones futuras.

### **2.2.2. Metodología de identificación de impactos ambientales en las áreas de producción**

La identificación de impactos ambientales constituye una fase crucial en la evaluación y gestión ambiental de proyectos y actividades humanas. Diversas metodologías se emplean para comprender y minimizar los potenciales efectos adversos sobre el

entorno natural. A continuación, se describen algunas de estas metodologías y su importancia en la identificación y evaluación de impactos ambientales:

- **Matriz de Leopold:** Esta herramienta, ampliamente utilizada, consiste en una matriz que vincula las actividades del proyecto con los elementos del medio ambiente. Facilita la identificación de interacciones y posibles impactos ambientales asociados (Leopold et al., 1971). La matriz de Leopold proporciona una visión clara de las relaciones entre las acciones humanas y los efectos sobre el entorno, facilitando la comprensión y visualización de dichas relaciones.
  
- **Árbol de problemas:** Esta herramienta ayuda a identificar los problemas ambientales que pueden surgir a partir de una actividad o proyecto. Se utiliza para analizar las causas y los efectos de estos problemas, facilitando así la identificación de posibles impactos ambientales (UNC, 2018). El árbol de problemas permite una comprensión detallada de las relaciones de causa y efecto, facilitando la identificación de soluciones y medidas de mitigación.
  
- **Análisis de ciclo de vida (ACV):** Esta metodología evalúa los impactos ambientales de un producto o proceso a lo largo de su ciclo de vida completo. Desde la extracción de materias primas hasta la disposición final, el ACV considera etapas como la producción, el transporte, el uso y el fin de vida. Evalúa aspectos ambientales como emisiones de gases de efecto invernadero, consumo de recursos y generación de residuos (Klüppel, 2005). Proporciona una visión integral de los impactos ambientales, facilitando la identificación de áreas de mejora y decisiones más sostenibles.
  
- **Análisis de riesgos:** Esta metodología permite identificar y evaluar los riesgos ambientales asociados con una actividad o proyecto. Se analizan eventos adversos potenciales y sus consecuencias, así como la probabilidad de que ocurran. Este análisis ayuda a identificar los impactos ambientales más significativos y a establecer medidas de prevención y mitigación para reducir los riesgos asociados (de manera similar, referencias específicas podrían agregarse para fortalecer la autoridad de esta afirmación).

Las metodologías de identificación de impactos ambientales desempeñan un papel fundamental en la evaluación y gestión ambiental, al permitir la identificación y evaluación sistemática y organizada de los posibles impactos ambientales. Estas herramientas facilitan la toma de decisiones informadas y la implementación eficaz de medidas de mitigación y prevención (Alomoto et al., 2022). Es crucial emplear estas metodologías de manera integrada y adaptada a las características específicas de cada situación, teniendo en cuenta la complejidad de los proyectos y la diversidad de los entornos naturales involucrados.

### **2.2.3. Evaluación del impacto ambiental en la industria acuícola**

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) representa una herramienta esencial en la planificación y desarrollo de proyectos, desempeñando un papel fundamental para garantizar la sostenibilidad y minimizar los efectos negativos en el medio ambiente. A través de la identificación, evaluación y mitigación de los posibles impactos ambientales, se busca lograr un equilibrio entre el progreso humano y la conservación de los recursos naturales.

Existen diversas metodologías en el proceso de EIA, siendo las más utilizadas aquellas que son prácticas y sencillas, como analogías, listas de verificación, opiniones de expertos, cálculos de balance de masa y matrices (Mijangos-Ricardez & Lopez Luna, 2014). La integralidad de las metodologías de evaluación de impacto ambiental es crucial, ya que deben abordar la identificación, predicción, cuantificación y valoración de las alteraciones resultantes de un conjunto de acciones y/o actividades (Mijangos-Ricardez & Lopez Luna, 2014).

En este contexto, la tesis se orienta hacia el uso específico de la metodología del análisis de riesgos, una herramienta que destaca por su capacidad para identificar los riesgos ambientales asociados con una actividad. Entre los beneficios que ofrece el análisis de riesgos se encuentran:

- Identificación de peligros y riesgos: Permite identificar los peligros y riesgos asociados a una actividad o proyecto, evaluando su probabilidad de ocurrencia y su posible impacto ambiental. Esto facilita la implementación de medidas preventivas para reducir o mitigar estos riesgos.

- Mejora de la toma de decisiones: Proporciona información valiosa sobre los riesgos ambientales asociados con una actividad, ayudando a los tomadores de decisiones a adoptar decisiones más informadas e implementar medidas de gestión ambiental más efectivas.
- Ahorro de costos: La identificación temprana de los riesgos ambientales contribuye a evitar o reducir los costos asociados con la corrección de impactos ambientales negativos. Asimismo, la implementación de medidas preventivas puede reducir los costos a largo plazo relacionados con la gestión de impactos ambientales.
- Cumplimiento normativo: Ayuda a garantizar el cumplimiento de regulaciones ambientales, reduciendo el riesgo de multas y sanciones.

La Evaluación de Impactos Ambientales, junto con el análisis de riesgos y una adecuada planificación y gestión ambiental, se convierte en una herramienta esencial para alcanzar un desarrollo sostenible y garantizar la protección del medio ambiente. En el caso específico de la investigación, se centra en la identificación y evaluación de actividades antropogénicas en la bahía de Sechura. El análisis de riesgos emerge como una herramienta valiosa para mejorar la toma de decisiones, reducir costos y asegurar el cumplimiento normativo ambiental y sanitario en el país.

#### **2.2.4. Medidas de mitigación y compensación**

Las medidas de mitigación ambiental se refieren a acciones preventivas, de control, atenuación, restauración y compensación diseñadas para contrarrestar los impactos ambientales negativos generados por el desarrollo de un proyecto. El objetivo principal de estas medidas es asegurar un uso sostenible de los recursos naturales y la protección efectiva del medio ambiente (Gestión de Recursos Naturales, 2020).

Específicamente, las medidas de compensación ambiental buscan generar un efecto positivo alternativo y equivalente al impacto adverso identificado. Estas acciones incluyen la sustitución o reemplazo de los recursos naturales o elementos del medio ambiente afectados por otros de características similares, clase, naturaleza y calidad (Red de Árboles, 2022). En esencia, las medidas de compensación buscan



restaurar o mejorar el estado del entorno afectado, contribuyendo a mantener o mejorar la salud del ecosistema en cuestión.

## **2.3. Definiciones de términos básicos**

### **2.3.1. Acuicultura**

La acuicultura es una actividad productiva que se basa en el cultivo, manejo y reproducción de organismos acuáticos, como peces, crustáceos, moluscos y algas, entre otros, en ambientes controlados, ya sea en agua dulce o salada. La acuicultura es una actividad económica que ha tenido un crecimiento significativo en las últimas décadas debido a la demanda creciente de productos pesqueros y marinos por parte de la población mundial. La acuicultura es una alternativa de producción sostenible frente a la pesca extractiva, ya que permite el cultivo de especies en ambientes controlados y la optimización del uso de recursos naturales, evitando la sobreexplotación de las poblaciones naturales. Además, la acuicultura puede contribuir a la seguridad alimentaria y a la generación de empleo y desarrollo económico en zonas costeras y rurales (FAO, 2020).

Uno de los principales beneficios de la acuicultura es la posibilidad de producir alimentos saludables y nutritivos para la población, ya que los productos acuícolas son una fuente importante de proteínas y nutrientes esenciales para la salud humana. Además, la acuicultura puede ser una fuente de ingresos para los productores y los países productores, ya que los productos acuícolas tienen una alta demanda en los mercados internacionales (FAO, 2020).

Es cierto que la acuicultura, si no se gestiona de manera sostenible, puede generar impactos negativos significativos en el medio ambiente. Entre los efectos adversos más destacados se encuentran la sobrecarga de nutrientes en los cuerpos de agua, la utilización de medicamentos y productos químicos, la introducción de especies exóticas y la contaminación resultante de los desechos orgánicos e inorgánicos.

En el contexto peruano, la producción acuícola se centra en especies como la concha de abanico, la trucha, el langostino y la tilapia. La trucha, introducida en los ecosistemas fluviales peruanos en la década de 1930, representa la práctica acuícola más antigua en el país. La acuicultura convencional comenzó en 1934, y la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) se convirtió en la primera especie dulceacuícola

cultivada, principalmente en regiones de la sierra como Puno, que se destaca como el principal productor de esta especie. La acuicultura en el Perú ha experimentado un crecimiento constante en los últimos años, abarcando no solo la trucha, sino también otras especies como las conchas de abanico en Piura, Ancash e Ica, así como los langostinos en Tumbes y Lima, todas pertenecientes a la acuicultura marítima. En el ámbito de la acuicultura continental, destacan especies como el paco, la gamitana, la tilapia y el paiche, las cuales suelen cultivarse en las regiones selváticas de Perú (Ruiz, 2012).

“La acuicultura en el Perú ha mostrado un crecimiento sostenido durante los últimos años. Según cifras del Ministerio de la Producción (en adelante, PRODUCE), el crecimiento anual promedio del sector en los últimos 10 años (2009 – 2019) ha sido del 13.8%. Además, en 2019, el producto bruto interno (en adelante, PBI) acuícola respecto al PBI de pesca y acuicultura total representó un 24.9%. Siendo una importante actividad importante motor de desarrollo local, generadora de empleo” (PRODUCE, s/f).

Sin embargo, “a pesar del crecimiento de la acuicultura en el Perú, esta tiene aún algunas limitaciones que no han permitido su expansión en comparación con los países de la región como Chile, Ecuador, Brasil y México, que son grandes productores acuícolas” (PNIPA, 2021).

### **2.3.2. Concha de abanico (*Argopecten purpuratus*)**

La distribución de los bancos naturales en el litoral peruano se concentra en áreas estratégicas como la bahía de Sechura, Islas Lobos de Tierra, Chimbote, Callao y Pisco. Los centros de producción, por otro lado, se extienden por las provincias de Casma, Santa y Huarmey en Ancash; Sechura en Piura y Pisco en Ica (PNIPA, 2021). Actualmente, se observa un notorio aumento en los desembarques de concha de abanico en la zona norte del país, especialmente en la Bahía de Sechura, debido al incremento de la población en los bancos naturales que se extienden desde Bayóvar hasta Chulliyachi. Las mayores concentraciones se registran frente a Mataballo, Parachique, Vichayo y Punto Bayóvar (PRODUCE, s/f).

Según (FONDEPES, 2021), los factores oceanográficos, como la temperatura, el oxígeno disuelto y las corrientes marinas, son de gran importancia en el cultivo de la concha de abanico. Estos elementos juegan un papel crucial en el desarrollo y la calidad del cultivo de esta especie marina.

La producción de concha de abanico en el Perú se origina principalmente de dos fuentes: la explotación de los bancos naturales mencionados y el cultivo de esta especie. Gran parte de esta producción se destina a la exportación en forma de producto congelado, siendo los principales destinos los mercados consumidores clave como Francia, Estados Unidos, China y Japón. Además, el producto se comercializa en el mercado local en formas frescas o refrigeradas, destacando la versatilidad de su oferta y la importancia económica de esta actividad en el país.

Es importante destacar que las aguas del litoral peruano presentan condiciones oceanográficas altamente favorables debido al fenómeno de afloramiento, que resulta en el surgimiento de aguas subsuperficiales ricas en nutrientes y propicia una alta productividad primaria (plancton). Además, factores como la temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, entre otros, han contribuido a favorecer la producción de concha de abanico en la zona.

Considerando características clave como la batimetría de la zona, la velocidad y dirección de las corrientes marinas, la productividad primaria y la profundidad de las áreas seleccionadas para el cultivo, se pueden emplear los siguientes tipos de producción (FONDEPES, 2021).

### **2.3.3. Cultivo de concha de abanico**

#### **a. Cultivo de fondo**

En las bahías de Paracas (Ica) y Sechura (Piura), se lleva a cabo un tipo de cultivo acuícola conocido como "corrales flotantes". En este método, se delimita un área específica utilizando mallas para formar las paredes del corral. Estas estructuras se colocan en el fondo del mar y tienen una altura de 1 a 2 metros, con un sistema de flotación en la parte superior, que consiste en boyas o corchos, y lastres en la parte

inferior. Los corrales tienen tamaños variables, generalmente de 1 a 3 metros de superficie (FONDEPES, 2021).

**b. Cultivo suspendido**

El cultivo suspendido es más conocido como "*long line*", que consisten en estructuras flotantes. Estas estructuras están formadas por una línea madre principal, equipada con flotadores, tales como bolsas colectoras, chululos, redes "*pearl*", linternas para las etapas de pre-cultivo, inicial, intermedio y cultivo final. En estas estructuras, se colocan los ejemplares de concha de abanico en diferentes etapas de desarrollo. (FONDEPES, 2021).

**2.3.4. Marco normativo ambiental y sanitario**

**a. Constitución Política del Perú (Congreso Constituyente Democrático, 1993)**

En el ámbito ambiental en el Perú, la legislación más relevante establece el derecho fundamental de todas las personas a disfrutar de un ambiente equilibrado y adecuado para su desarrollo. De manera específica, esta normativa reconoce que los recursos renovables son considerados como patrimonio de la nación, y su uso y asignación a particulares están sujetos a regulaciones establecidas por una ley orgánica. Además, la legislación confiere al Estado la responsabilidad de definir la política nacional del ambiente y de promover el uso sostenible de los recursos naturales. Este marco legal refleja un compromiso con la protección del medio ambiente y la búsqueda de un desarrollo sostenible en el país.

**b. Ley General del Ambiente, Ley N° 28611 (Congreso del República del Perú, 2005)**

La normativa en cuestión desempeña un papel fundamental en la regulación de la gestión ambiental en el Perú. Este conjunto de leyes constituye un documento legal de gran importancia al reconocer el derecho irrenunciable de todo ciudadano peruano a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y propicio para el desarrollo de la vida. Asimismo, establece la base para una gestión ambiental efectiva y protectora del entorno.

**c. Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental, Ley N° 28245 (Congreso de la República del Perú, 2004)**

La normativa tiene como objetivo principal asegurar el cumplimiento eficaz de los objetivos ambientales de las entidades públicas y fortalecer los mecanismos de transversalidad en la gestión ambiental. En este contexto, la normativa establece las funciones que anteriormente correspondían al Consejo Nacional del Ambiente (CONAM), las cuales son ahora asumidas por el Ministerio del Ambiente (MINAM) y por las entidades sectoriales, regionales y locales en el ejercicio de sus atribuciones ambientales. Esta legislación busca garantizar que estas entidades cumplan de manera adecuada con sus funciones, evitando superposiciones, omisiones, duplicidades, vacíos o conflictos en el ejercicio de las mismas (Congreso de la República del Perú, 2004).

**d. Ley Orgánica para El Aprovechamiento Sostenible de Los Recursos Naturales, Ley N° 26821 (Congreso de la República del Perú, 1997)**

En el Título V de la Ley Orgánica se establece el marco para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, el cual implica gestionar de manera racional dichos recursos, teniendo en cuenta su capacidad de renovación y evitando su sobreexplotación. En caso necesario, se deben tomar medidas para su reposición cualitativa y cuantitativa. Es importante señalar que estas condiciones pueden variar dependiendo de las leyes específicas que regulen cada recurso natural en particular.

**e. Decreto Legislativo N° 1278, Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos (Congreso de la República, 2020)**

La Ley N° 1278 establece derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades relacionadas con la recuperación de componentes, tratamiento o recuperación de suelos, y otras opciones que eviten la disposición final de residuos. Esta normativa se aplica a todas las actividades, procesos y operaciones vinculadas a la gestión y manejo de residuos sólidos, desde su generación hasta su disposición final. Se extiende a diversas fuentes de generación de residuos en los sectores económicos, sociales y de la población en general. Además, abarca las actividades de internamiento y tránsito por el territorio nacional de residuos sólidos.

**f. Ley General de Recursos Hídricos N° 29338 (Congreso de la República del Perú, 2009)**

La gestión sostenible del agua implica una integración armónica de estos aspectos, asegurando que el uso del agua satisfaga las necesidades tanto de las generaciones presentes como de las futuras. En este contexto, la legislación refleja un compromiso con la preservación de los recursos hídricos como un bien vital, considerando la importancia de su conservación para mantener el equilibrio ambiental y garantizar el bienestar de la sociedad en su conjunto (Congreso de la República del Perú, 2009).

**g. Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua (MINAM, 2017)**

Esta normativa refleja el compromiso del Estado peruano en el cuidado y preservación de los recursos hídricos, así como en la protección de la salud pública y del medio ambiente. Establecer estándares claros y actualizados es esencial para monitorear y controlar la calidad del agua, asegurando un manejo ambientalmente responsable de este recurso vital.

**h. Clasificación de Áreas de Producción de Moluscos Bivalvos (SANIPES, 2017)**

**Áreas aprobadas o tipo “A”**

Las áreas son clasificadas como tipo "A" cuando los moluscos bivalvos presentan menos de 300 coliformes termotolerantes o menos de 230 E. coli por cada 100 gramos de carne y líquido intravalvar, según los resultados de una prueba de NMP (Número Más Probable) con 5 tubos y 3 diluciones. Estos moluscos pueden destinarse directamente al procesamiento o comercialización para el consumo humano (SANIPES, 2017).

**Áreas condicionalmente aprobadas o tipo “B”**

Las áreas tipo "B" cumplen parcialmente con los criterios sanitarios de las áreas tipo "A". En una prueba de NMP, las áreas tipo "B" no pueden presentar un índice superior a 6000 coliformes termotolerantes por cada 100 gramos de carne y líquido intravalvar, ni exceder los 4600 E. coli por cada 100 gramos de carne y líquido

intravalvar en el 90% de las muestras. En el 10% restante, el límite no puede superar los 16000 *E. coli* por cada 100 gramos. Los moluscos de estas áreas deben pasar por un proceso de depuración antes de su procesamiento o comercialización. Opcionalmente, los moluscos de áreas tipo "B" pueden ser utilizados para consumo humano después de aplicar procesos aprobados de pasteurización, esterilización u otros métodos que eliminen patógenos o reduzcan la contaminación a niveles permisibles (SANIPES, 2017).

### **Áreas condicionalmente aprobadas o tipo "C"**

Las áreas tipo "C" cumplen parcialmente con los criterios de las áreas tipo "A". En una prueba de NMP, las áreas Tipo "C" no deben presentar un índice superior a 60000 coliformes termotolerantes por cada 100 gramos de carne y líquido intravalvar, ni exceder los 46000 *E. coli* por cada 100 gramos de carne y líquido intravalvar. Los moluscos de estas áreas deben someterse a un proceso de depuración intensiva antes de su procesamiento o comercialización.

Adicionalmente, los moluscos de áreas tipo "C" pueden ser utilizados para consumo humano después de aplicar procesos aprobados de esterilización que eliminen los contaminantes presentes (SANIPES, 2017).

### **Áreas Prohibidas**

Las áreas prohibidas son aquellas que no cumplen con los criterios sanitarios establecidos para las áreas Tipo "C" (superan los 46000 *E. coli* por cada 100 gramos de carne y líquido intravalvar). En estas áreas está prohibida la extracción de moluscos bivalvos destinados al consumo humano, ya que representan un riesgo inaceptable para la salud. También se consideran áreas no aptas para la acuicultura.

Es crucial respetar estas restricciones y evitar el consumo de moluscos bivalvos provenientes de áreas prohibidas, ya que su consumo puede plantear riesgos para la salud humana. Estas medidas buscan garantizar la protección de los consumidores y prevenir enfermedades relacionadas con la contaminación microbiológica de los moluscos bivalvos.

## **2.4. Hipótesis de la investigación**

### **2.4.1. Hipótesis general**

- $H_0$ : Existen impactos ambientales en las áreas de producción de la bahía de Sechura.
- $H_1$ : No existen impactos ambientales en las áreas de producción de la bahía de Sechura.

### **2.4.2. Hipótesis específicas**

- Los impactos ambientales influyen negativamente en las áreas de producción de la bahía de Sechura.

## **2.5. Operacionalización de las variables**

De acuerdo con la investigación se tiene las siguientes variables:



**Tabla 1.** Operación de variable e indicadores.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD	TIPO DE VARIABLE
<b>Independiente (X)</b> <b>Bahía de Sechura</b>	La Bahía de está ubicada en la provincia de Sechura en la zona occidental del departamento de Piura al norte del Perú. Es considerada una de las bahías semicerradas con mayor extensión en el mar peruano con 89 kilómetros aproximadamente y está delimitada por el norte con Punta Gobernador y al sur por Punta Aguja (IMARPE, 2012).	El comportamiento de la calidad de agua de mar de la bahía de Sechura, está sujeta a las actividades económicas que se desarrollan en ella, como la maricultura, pesca, transporte de minerales, estaciones petroleras, desembarcaderos, efluentes de plantas procesadoras.	Fuentes naturales Fuentes Antrópicas	. Impacto ambiental	LMP para agua	Cualitativa - Cuantitativa
				. Impacto en la calidad del agua del mar		
<b>Dependiente (Y)</b> <b>Evaluación de Impacto Ambiental</b>	Constituye un proceso jurídico, técnico y administrativo diseñado para identificar, prever e interpretar los impactos ambientales que podría generar un proyecto o actividad en caso de su ejecución. Este procedimiento no solo se limita a la evaluación de los posibles impactos negativos, sino que también abarca la implementación de medidas preventivas, correctivas y de valoración.	El fin de la tesis es evaluar la calidad de agua del mar respecto al recurso hidrobiológico, concha de abanico, que es importancia social y económica. Y con ellos plantear estrategias de manejo ambiental para su prevención, control y mitigación de impactos ambientales.	Afectación ambiental, económico y social	. Temperatura	C°	Cuantitativa
				. Virus de Hepatitis A (VHA)	Genoma de virus detectado/no detectado/2g	Cualitativa - Cuantitativa
				. Químicos:		
				Cd	mg/Kg	Cuantitativa
Pb	mg/Kg	Cuantitativa				
Hg	mg/Kg	Cuantitativa				
. Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	Cuantitativa				

Fuente:  
Elaboración

propia.

<i>Escherichia coli</i>	NMP/100g	Cuantitativa
<i>Salmonella</i>	Ausencia o presencia/25g	Cualitativa - Cuantitativa

## **CAPÍTULO III. METODOLOGÍA**

### **3.1. Diseño metodológico**

#### **3.1.1. Ubicación**

Para propósitos de la presente evaluación, se ha tomado como ubicación, las áreas de producción de moluscos bivalvos de la zona 012 de la bahía de Sechura, contenidas en el protocolo sanitario N°PTMB-C-002-11-SANIPES/ N°PTMB-C-004-14-SANIPES. Comprenden las siguientes áreas de producción señaladas en la Figura 2.

### **3.2. Población y muestra**

#### **3.2.1. Población**

La tesis se enfocó en la bahía de Sechura, que comprende la delimitación geográfica de las 9 áreas de producción de la bahía de Sechura.

#### **3.2.2. Muestra**

SANIPES estableció estaciones de monitoreos de agua de mar y concha de abanico, teniendo un total de 169 estaciones de monitoreo. Cabe señalar que estas estaciones están distribuidas en las 9 áreas de producción de la bahía.

### **3.3. Técnicas para el procesamiento de datos**

#### **3.3.1. Enfoque**

Se realizará como metodología el análisis de riesgos para identificar y evaluar los riesgos e impactos ambientales asociados en las áreas de producción en la bahía de Sechura. Esta metodología ayuda a la identificación de los impactos ambientales potenciales más significativos y a establecer medidas de prevención y mitigación para reducir los riesgos. Por la gran cantidad de estaciones que se han procesado, se procedió a dividir la bahía de Sechura en 3 zonas, siendo descritas en la tabla 2.

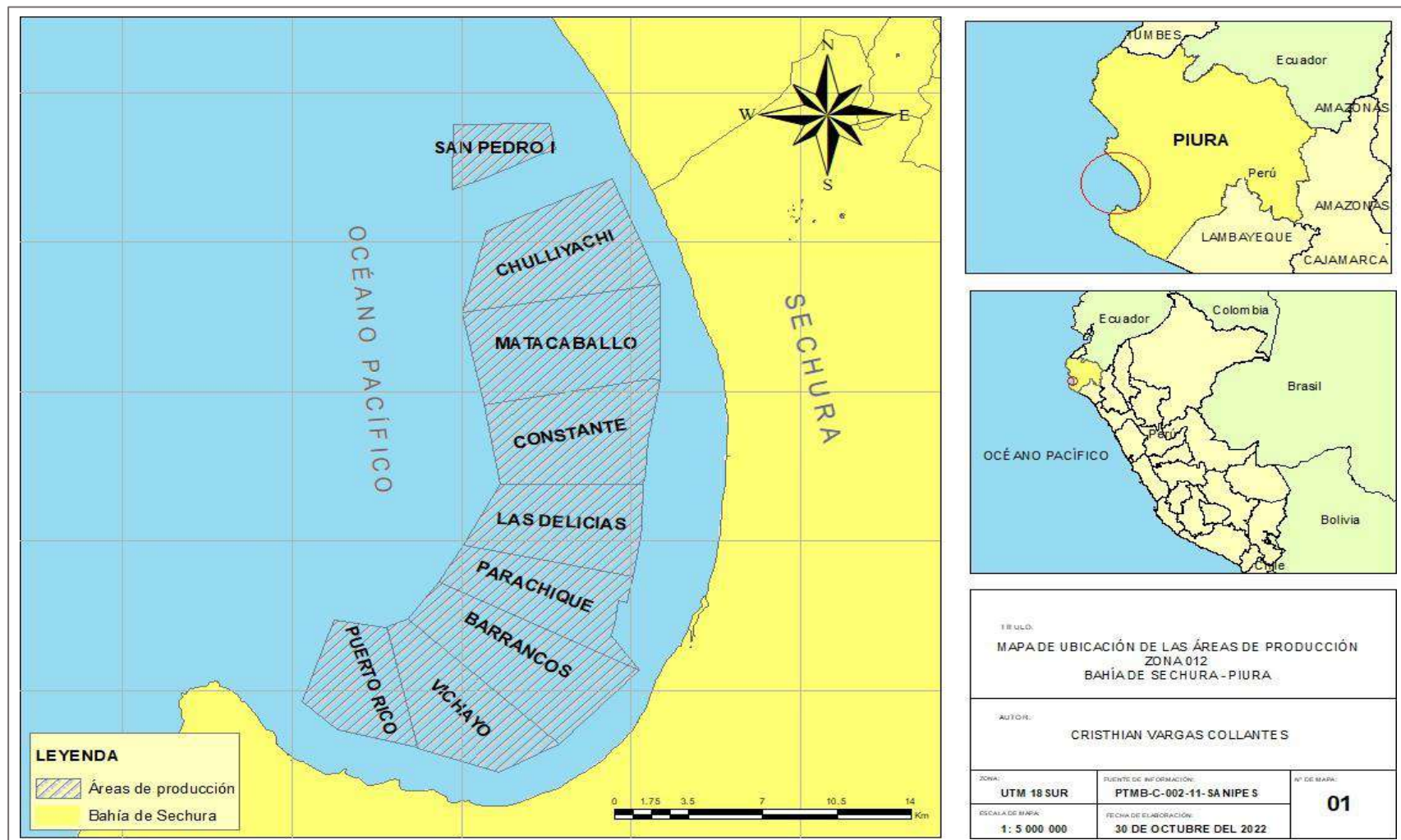


Figura 2. Mapa de ubicación de las áreas de producción de la bahía de Sechura – Piura, Perú

**Tabla 2.** Número de estaciones por cada área de producción y zonificación.

Código	Zonas de evaluación	Áreas de producción	Número de estaciones
012-SECH-12		San Pedro 1	5
012-SECH-04	Norte	Chulliyachi	24
012-SECH-05		Matacaballo	21
012-SECH-06		Constante	20
012-SECH-07	Centro	Las Delicias	18
012-SECH-08		Parachique	26
012-SECH-09		Barrancos	10
012-SECH-10	Sur	Vichayo	13
012-SECH-11		Puerto Rico	32

Fuente: Elaboración propia.

Se dispone de un total de 169 puntos de muestreo para llevar a cabo la evaluación ambiental y sanitaria. Para complementar la evaluación de impactos ambientales, los resultados de Coliformes termotolerantes y *E. coli* se representarán en mapas de interpolación utilizando el método de Ponderación de Distancia Inversa (siendo su abreviatura en inglés, IDW). Este método estima los valores de las celdas calculando el promedio de los valores de los puntos de datos de muestra en la vecindad de cada celda mediante el uso del software ArcGIS 10.8.1.

### 3.3.2. Diseño

La tesis es de diseño no experimental, donde permitirá un análisis preciso y evaluar el comportamiento a través del tiempo, en este caso, 12 meses, que comprenden 24 monitoreos. Cabe precisar que por cada mes existió 1 monitoreo quincenal.

### 3.3.3. Procedimiento

#### a. Por vía marítima

Se procedió a realizar el recorrido en embarcaciones desde el DPA (desembarcadero pesquero artesanal) Parachique hacía el sur y norte de la Bahía de Sechura, con los materiales y equipos necesarios (GPS, libretas de campo, cámara fotográfica, entre otros) identificando las posibles fuentes de contaminación cercanas a los puntos de monitoreo establecidos de las áreas de

producción, geo-referenciándolas y realizando una descripción detallada de cada una de ellas.

#### **b. Por tierra**

Se procedió a realizar el recorrido de extremo de norte a sur en la Bahía de Sechura con los materiales y equipos necesarios (GPS, libretas de campo, cámara fotográfica, entre otros) identificando las posibles fuentes de contaminación cercanas a los puntos de monitoreo establecidos, geo-referenciándolas y realizando una descripción detallada de cada una de ellas.

Para el estimado del riesgo, se procede a determinar el nivel del grado de consecuencias del riesgo a través de su impacto, pudiendo ser de 0 para un nivel insignificante hasta 5 con un nivel catastrófico. Luego se estima el nivel de probabilidades de que ese riesgo ocurra, pudiendo ser 1 para remoto y 6 para probable. Cuando se han establecido ambos indicadores se aplica la matriz de riesgos, y consiste en multiplicar el valor de la intensidad del impacto por el valor del nivel de probabilidad. Con el valor obtenido se establece el ranking del riesgo, pudiendo ser 0 para insignificante, de 1-6 para bajo, de 7 a 12 para moderado, de 13 a 18 para alto y superior a 19 de extremo. Según los resultados obtenidos se aplican las respuestas de manejo que corresponda y el nivel de reporte (Wear et al., 2004).

#### **3.3.4. Para la identificación de impactos ambientales**

De acuerdo con el trabajo realizado con el equipo técnico del SANIPES, se procedió a la identificación de posibles impactos ambientales mediante la prospección terrestre, que comprende desde el norte de la bahía de Sechura, en este caso, el centro poblado de Chulliyachi hasta Puerto Rico. Para la prospección marina, se partió desde muelle de Parachique hasta el sur de la bahía (Área de producción Puerto Rico) y desde el muelle Constante hasta el área de producción Chulliyachi. Se utilizó check list con las coordenadas geográficas de cada punto identificado para luego georreferenciarlos en un mapa con ayuda del software ArcGIS.

### 3.3.5. Para el análisis de riesgos ambientales

Para la presente tesis, se ha planteado realizar un análisis cuantitativo utilizando los resultados de los monitoreos en la bahía de Sechura en el periodo de junio de 2021 hasta mayo de 2022, que comprende 24 monitoreos. En estas estaciones se cuenta con los resultados de los indicadores fisicoquímicos y microbiológicos. Se obtendrá registros de 169 estaciones de monitoreo, las cuales, fueron monitoreadas con una frecuencia quincenal para los indicadores de *Escherichia coli*, salmonella, VHA, coliformes termotolerantes; y semestral para los fisicoquímicos (metales pesados, aceites y grasas, fenoles, hidrocarburos totales de petróleo). La toma de muestra de moluscos bivalvos vivos y agua de mar serán ejecutadas bajo el procedimiento N.º017-2018-SDSA-SANIPES “toma y envío de muestras de moluscos bivalvos y agua de mar en las áreas de producción” A continuación, se establece la siguiente tabla de matriz de indicadores:

**Tabla 3.** Tabla de matriz de indicadores sanitarios.

MANUAL DE INDICADORES O CRITERIOS SEGURIDAD ALIMENTARIA E HIGIENE PARA ALIMENTOS Y PIENSOS DE ORIGEN PESQUERO Y ACUÍCOLA			
MATRIZ	Indicador Sanitario	Límite del indicador	
<b>Molusco Bivalvo</b>	<i>E. coli</i>	< 230 NMP/100 g de carne y líquido intervalvar	
	Salmonella	Ausencia en 25 g de carne y líquido intervalvar	
	Virus de Hepatitis A (VHA)	Genoma de virus detectado (GVD) en 2 g de hepatopáncreas	
		Genoma de virus no detectado (GVND) en 2 g de hepatopáncreas	
	Químicos	Cd < 1,0 mg/Kg; Pb < 1.5mg/Kg; Hg < 0.5 mg/Kg	
ESTANDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA: D.S. N.º 004-2017-MINAM			
Agua de Mar	Indicador Sanitario	Límite del indicador	
	Coliformes termotolerantes	≤14 NMP/100 ml	

Fuente: SANIPES.

### 3.3.6. Para la valorización de impactos ambientales

#### a. Consecuencias

La tabla 4, tabla de consecuencias generales fue diseñada por (Fletcher et al., 2002) como una plantilla básica para todas las evaluaciones de consecuencias. Los niveles de esta tabla son de carácter general, por lo que, al utilizarla para

evaluar un problema, será necesario ajustar estos niveles para que se adecuen a las circunstancias específicas.

**Tabla 4.** *Tabla de Consecuencias Generales para la evaluación de riesgos ecológicos asociados a la acuicultura.*

Nivel	Consecuencia
<b>Insignificante (0)</b>	Impactos muy poco significativos. Es poco probable que sea incluso medible a la escala de la población/ecosistema/comunidad frente a la variabilidad de fondo natural.
<b>Menor (1)</b>	Impacto posiblemente detectable pero mínimo en la estructura/función o dinámica.
<b>Moderado (2)</b>	Nivel de impacto máximo adecuado/aceptable (p. ej., tasa de asimilación total de nutrientes)
<b>Severo (3)</b>	Este nivel dará como resultado impactos más amplios y a más largo plazo que ahora están ocurriendo (p. ej., aumento de las floraciones de plancton)
<b>Mayor (4)</b>	Impactos muy serios que están ocurriendo ahora con un marco de tiempo relativamente largo que probablemente sea necesario para restaurar a un nivel aceptable
<b>Catastrófico (5)</b>	Se producirán daños o pérdidas generalizados y permanentes/irreversibles, que es poco probable que se arreglen (por ejemplo, causando extinciones)

Fuente: (Fletcher et al., 2002)

## b. Probabilidad

La tabla 5, tabla de probabilidad incluye criterios cualitativos que van desde "remoto" hasta "probable".

**Tabla 5.** *Definiciones de probabilidad.*

Nivel	Descripción
<b>Probable (6)</b>	Se espera que ocurra
<b>Ocasional (5)</b>	Puede ocurrir
<b>Posible (4)</b>	Alguna evidencia para sugerir que esto es posible aquí
<b>Improbable (3)</b>	Poco común, pero se sabe que ocurre en otros lugares
<b>Raro (2)</b>	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales
<b>Remoto (1)</b>	Nunca oído hablar de, pero no imposible

Fuente: (Fletcher et al., 2002)

## c. Clasificación de riesgo

En la matriz (ver Tabla 6), se muestran los valores de riesgo resultantes, basados en el cálculo aritmético de la Consecuencia x Probabilidad (0-30).



Estos valores de riesgo se han separado en cinco categorías de clasificación de riesgo (ver Tabla 7) desde el riesgo "despreciable" hasta el riesgo "extremo".

**Tabla 6.** Matriz de riesgo: los números en las celdas indican el valor del riesgo, el tono de los colores indica las clasificaciones de riesgo

Probabilidad		Consecuencia					
		Insignificante	Menor	Moderado	Severo	Mayor	Catastrófico
		0	1	2	3	4	5
Remoto	1	0	1	2	3	4	5
Raro	2	0	2	4	6	8	10
Improbable	3	0	3	6	9	12	15
Posible	4	0	4	8	12	16	20
Ocasional	5	0	5	10	15	20	25
Probable	6	0	6	12	18	24	30

Fuente: (Fletcher et al., 2002)

**Tabla 7.** Matriz de riesgo: los números en las celdas indican el valor del riesgo, el tono de los colores indica las clasificaciones de riesgo en categorías.

Clasificación de riesgo			
Clasificaciones de riesgo	Valor del riesgo	Explicación y probable responsable de gestión	Probables requisitos de información
Despreciable	0	Nulo	Una corta justificación
Bajo	1 – 6 1 - 6	No se necesita una gestión adicional específica, pero es posible que se requiera un control de bajo nivel del problema. Cualquier gestión actual debe continuar, ya que la clasificación de riesgo se basa en la gestión actual establecida.	Breve justificación solamente
Moderado	7 – 12	Es posible que se necesite información adicional o que el problema requiera supervisión. No se requiere una gestión inmediata, pero el problema debe ser objeto de mejora continua con el objetivo de lograr una clasificación de riesgo bajo en el futuro.	Se necesita justificación completa
Alto	13 – 18	Posibles aumentos de las actividades de gestión adicionales a las que ya se están aplicando. Necesita ser monitoreado y cualquier deficiencia de información debe ser abordada.	Informe de rendimiento completo
Extremo	> 19	Se recomienda encarecidamente aumentar las actividades de gestión además de las que ya se están aplicando.	Informe de rendimiento completo

Fuente: (Fletcher et al., 2002).

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

### 4.1. Identificación de peligros por prospección marina y terrestre en la bahía de Sechura

#### 4.1.1. Áreas de producción Chulliyachi y San Pedro 1

En la Tabla 8, se muestra la identificación de las evidencias de los peligros encontrados a lo largo de las estaciones de monitoreo correspondientes al área de producción de Chulliyachi y San Pedro 1 respectivamente, luego de realizada la prospección por mar y tierra.

**Tabla 8.** Identificación de impactos en las áreas de producción de Chulliyachi y San Pedro 1.

<b>IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS – CHULLIYACHI Y SAN PEDRO I (1/2)</b>				
Área de producción	Fuente de Contaminación	Ubicación geográfica (WGS84)	Características de las evidencias	Observaciones
<b>Chulliyachi - San Pedro 1</b>	Desembocadura del manglar de San Pedro el cual constituye un ramal de río Piura	Por tierra	Acarrea contaminación del río Piura peligroso de C. fecales, patógenos, residuos domésticos de centros poblados como ciudades aguas arriba, actividad agrícola y agropecuaria, además de la propia actividad de extracción sin tener prácticas de higiene y recolección, aves marinas y migratorias.	Recurso palabritas nivel alto, peligros contaminantes microbiológicos virales, metales pesados pesticidas.
	Desembocadura del manglar de San Pedro acarreando la contaminación del río Piura peligro de C. fecales. Patógenos, aves marinas y migratorias.	Por tierra	Acarrea contaminación del río Piura peligroso de C. fecales, patógenos, residuos domésticos de centros poblados como ciudades aguas arriba, actividad agrícola y agropecuaria, además de la propia actividad de extracción, sin tener prácticas de higiene y recolección, aves marinas y migratorias. Obs.: por tratarse de un balneario, en la temporada de verano se incrementaría el riesgo de contaminación.	Peligros contaminantes microbiológicos virales, metales pesados, pesticidas.

Fuente: Elaboración propia.

**IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS – CHULLIYACHI Y SAN PEDRO I (2/2)**

Área de producción	Fuente de Contaminación	Ubicación geográfica (WGS84)	Características de las evidencias	Observaciones
Chulliyachi - San Pedro 1	Desembocadura del río Piura	05°33'17.1" 80°49'35.4"	Se ve afectada por el acarreo contaminación del río Piura, peligro de C. fecales. Patógenos, residuos domésticos de centros poblados como ciudades aguas arriba, actividad agrícola y agropecuaria, además de la propia actividad de extracción, sin tener prácticas de higiene y recolección, aves marinas	Peligros contaminantes microbiológicos virales, metales pesados, pesticidas.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.2. Área de producción Matacaballo

En la Tabla 9, se muestra la identificación de las evidencias de los peligros encontrados a lo largo de las estaciones de monitoreo correspondientes al área de producción de Mataballo:

**Tabla 9.** Identificación de impactos en las áreas de producción Mataballo.

<b>IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS – MATABALLO</b>				
Área de producción	Fuente de Contaminación	Ubicación geográfica (WGS84)	Características de las evidencias	Observaciones
Mataballo	Playa de Mataballo	05°38'5.5" 80°51'0.80"	Peligros potenciales Fecales, Patógenos Viral	Desembarcadero no autorizado de productos hidrobiológicos, sus efluentes son vertidos directamente al mar Muelle abandonado, así como instalaciones militares abandonadas - Fondeadero de Embarcaciones Artesanales (51 aproximadamente).

Fuente: Elaboración propia.

### 4.1.3. Área de producción Constante

En la Tabla 10, se muestra la identificación de las evidencias de los peligros encontrados a lo largo de las estaciones de monitoreo correspondientes al área de producción de Constante:

**Tabla 10.** Identificación de impactos en las áreas de producción Constante.

IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS - CONSTANTE				
Área de producción	Fuente de Contaminación	Ubicación geográfica (WGS84)	Características de las evidencias	Observaciones
Constante	Playa de Constante Desembarcadero con balsillas	05°40'34.6 ” 80°51'4.01 ”	<p>Descarga utilizando balsillas en playa – plataforma de concreto con techo de esteras donde evisceran langostinos y otras especies de pescado utilizadas para salpreso (saladero). Uso de agua de mar tomada de la playa, sin manejo de residuos y efluentes. No cumple con la norma sanitaria – hay riesgo de contaminación por: actividad de desembarque, actividad de lavado de moluscos y otras especies. Centro poblado pequeño que carece de servicios de agua y desagüe – Fondeadero de embarcaciones artesanales contaminación de combustible – peligros potenciales fecales, patógenos viral, hidrocarburos. – Presencia de basura en rivera de playa, peligro del fondeadero.</p>	<p>La propia actividad de la población genera riesgo de contaminación (carecen de servicios básicos). Peligros identificados: - Fecales, patógenos, por la población y la actividad informal al momento del levantamiento de la información 20.08.15 se procesaban aproximadamente 500kg de pescado y 250kg de langostino. Pero el día 24.08.15 se recibió la información de una descarga de 10TN de langostinos indicador de presencia del evento El Niño en las costas de Sechura – Por el fondeadero existe la posibilidad de derrame de combustible.</p>

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.4. Área de producción Las Delicias

En la Tabla 11, se muestra la identificación de las evidencias de los peligros encontrados a lo largo de las estaciones de monitoreo correspondiente del área de producción Las Delicias, luego de realizada la prospección por mar y tierra.

**Tabla 11.** Identificación de impactos en las áreas de producción Las Delicias.

IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS – LAS DELICIAS				
Área de producción	Fuente de Contaminación	Ubicación geográfica (WGS84)	Características de las evidencias	Observaciones
Las Delicias	DPA Las Delicias	05°43'27.0" 80°51'17.6"	DPA No cumple con la Norma Sanitaria y se encuentra en estado de abandono. La propia actividad de descarga implica el uso de agua de mar bombeada del cabezo del muelle para lavar los productos hidrobiológicos y luego es arrojado al mar sin tratamiento alguno. Sector de ALTO RIESGO por 96 embarcaciones grandes y pequeñas, centro poblado pequeño sin servicios básicos. La actividad del fondeadero de embarcaciones presenta peligro de contaminación por combustibles.	La propia actividad de la población genera riesgo de contaminación (carecen de servicios básicos).
	DPM Juan Pablo	05°42'54.9" 80°51'02.5"	DP moderno de multipropósito cumplen con normas sanitarias. El manejo de las aguas utilizadas tanto para el lavado como descarga están controlados.	Las posibles fuentes de contaminación están controladas.
	Planta de congelado PERU PEZ	05°42'29.0" 80°51'04.6"	Tienen emisores al mar, pero tratan sus residuos antes de verterlos al mar.	Otras fábricas harineras no están en actividad (HAYDUK, TASA).
	Planta de congelado GAM CORP	05°41'51.8" 80°51'02.9"	Tienen emisiones al mar, pero tratan sus residuos antes de verterlos al mar.	

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.5. Área de producción Parachique

En la Tabla 12, se muestra la identificación de las evidencias de los peligros encontrados a lo largo de las estaciones de monitoreo correspondiente del área de producción Parachique, luego de realizada la prospección por mar y tierra.

**Tabla 12.** Identificación de impactos en las áreas de producción Parachique.

IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS – PARACHIQUE (1/2)				
Área de producción	Fuente de Contaminación	Ubicación geográfica (WGS84)	Características de las evidencias	Observaciones
Parachique	Estuario de Virrila	05°50'18.5" 80°50'57.1"	Presencia de residuos sólidos en el agua con un color no característico de buena calidad, esto debido por presencia de sólidos. Probablemente contaminación con metales pesados, pesticidas y otros. Es un brazo del río Piura	Es necesario evaluar calidad de agua. Peligros potenciales, Fecales, Patógenos residuos, agrícolas y agropecuarios, Fondeadero Hidrocarburos
	Varadero Municipal Varadero Capuñay	05°46'30.8" 80°51'59.3"	Es el sector con mayor posibilidad de contaminación del mar por: Presencia de aprox, > 300 embarcaciones. Residuos sólidos orgánicos e inorgánicos olor desagradable.	Peligros potenciales, Fecales, Patógenos residuos, agrícolas y agropecuarios, Fondeadero Hidrocarburos
	Playa al extremo norte del centro poblado Parachique	05°45'22.4" 80°51'49.8"	Se observa excreta humana y residuos sólidos (bolsas, papeles, etc.) representando un ALTO RIESGO. Alta presencia de aves. Hay un fondeadero de embarcaciones pequeñas. Embarcaciones abandonadas. Centro Poblado sin servicios de agua y desagüe	La propia actividad de la población de Parachique genera alto riesgo de contaminación (carecen de servicios básicos).

Fuente: Elaboración propia.

**IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS – PARACHIQUE (2/2)**

Área de producción	Fuente de Contaminación	Ubicación geográfica (WGS84)	Características de las evidencias	Observaciones
Parachique	TPZ Parachique	05°46'18.3" 80°52'02.5"	Diseño no sanitario. Contaminación por actividades propias de desembarque, lavado que generan residuos de su actividad, los cuales son vertidos directamente a la Bocana (mar) Las canaletas no cumplen su función. Existe un ambiente dentro del Terminal (TPZ Parachique) que es utilizado para hacer las necesidades fisiológicas al aire libre, observándose la existencia de excreta humana. Actividad desembarque los pescadores usa motobombas para lavar los productos hidrobiológicos son tomados al borde el atracadero y luego se vierten al mar. Fondeadero de Embarcaciones Artesanales > de 600 embarcaciones de diferente calado	TPZ Parachique
	Varadero Acuaris	05°44'25.0" 80°51'24.1"	Aparentemente no genera peligro alto, al momento de la evaluación estuvo inoperativo.	Varadero Acuaris

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.6. Área de producción Barrancos

En la Tabla 13, se muestra la identificación de las evidencias de los peligros encontrados a lo largo de las estaciones de monitoreo correspondiente del área de producción Barrancos, luego de realizada la prospección por mar y tierra.

**Tabla 13.** Identificación de impactos en las áreas de producción Barrancos.

IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS – BARRANCOS				
Área de producción	Fuente de Contaminación	Ubicación geográfica (WGS84)	Características de las evidencias	Observaciones
Barrancos	Estación Fondepes	5°50'3.90"S 80°50'60.00"O	Estación Acuícola de Fondepes, cuenta con 14 pozas para cultivo de Artemia (2 se encuentran en producción) y 3 pozas para el cultivo de langostino (inoperativas)	

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.7. Área de producción Vichayo

En la Tabla 14, se muestra la identificación de las evidencias de los peligros encontrados a lo largo de las estaciones de monitoreo correspondiente del área de producción Vichayo, luego de realizada la prospección por mar y tierra.

**Tabla 14.** Identificación de impactos en las áreas de producción Vichayo.

IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS – VICHAYO (1/2)				
Área de producción	Fuente de Contaminación	Ubicación geográfica (WGS84)	Características de las evidencias	Observaciones
Vichayo	DPA Leonardo Felipe	5°50'28.20"S 80°55'59.00"O	Muelle de descarga pesquero Leonardo Felipe Vite Morales.	
	Campamento	80.953417 5.846444	Campamento abandonado con restos de E/P.	
	Campamento Nemo Corporation S.A.	5°50'47.20"S 80°57'12.30"O	Campamento Nemo Corporation S.A., para almacén de mallas, vivienda y materiales de cultivo. No cuenta con sistema de tratamiento de residuos.	

Fuente: Elaboración propia.



IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS – VICHAYO (2/2)				
Área de producción	Fuente de Contaminación	Ubicación geográfica (WGS84)	Características de las evidencias	Observaciones
Vichayo	Campamento de Seacorp S.A.	5°50'44.60"S 80°58'2.00"O	Campamento de Seacorp S.A.	
	Campamento Sixto Yovera Eche	5°50'20.10"S 80°58'37.70"O	Campamento de Sixto Yovera Eche, sin actividad al momento de la visita, sin sistema de tratamiento de residuos, con losa de concreto y con estructuras para el secado de algas.	

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.8. Área de producción Puerto Rico

En la Tabla 15, se muestra la identificación de las evidencias de los peligros encontrados a lo largo de las estaciones de monitoreo correspondiente del área de producción Puerto Rico, luego de realizada la prospección por mar y tierra.

**Tabla 15.** Identificación de impactos en las áreas de producción Puerto Rico.

IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS – PUERTO RICO (1/4)				
Área de producción	Fuente de Contaminación	Ubicación geográfica (WGS84)	Características de las evidencias	Observaciones
Puerto Rico	Muelle de PETROPERU	05°47'35.8" 81°03'16.1" (Mar)	Embarque de combustible a las refineras de Lima y Talara Al momento de evaluación está sin actividad	Posible Peligro de derrame de combustible. A lo largo del recorrido en todo el sector de Puerto Rico hasta el punto de embarque de Petro Perú hay 11 drenes de lluvia Peligro acarreo de metales pesados de la zona de explotación de roca fosfatos.
		05°47'48.4" 81°03'21.4" (Tierra)		

Fuente: Elaboración propia.

**IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS – PUERTO RICO (2/4)**

<b>Área de producción</b>	<b>Fuente de Contaminación</b>	<b>Ubicación geográfica (WGS84)</b>	<b>Características de las evidencias</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Puerto Rico</b>	Muelle de fosfatos VALE – Miski Mayo	05°47'52.4" 81°02'54.4" (Mar)  05°48'0.6" 81°03'07.0" (Tierra)	Se observó actividad de embarque de fosfatos con emisión de partículas finas de manera considerable al mar y aire. Es un factor de riesgo: REQUIERE SEGUIR EVALUANDO.	Considerar: análisis de metales pesados en sedimento y agua. Hay dos resultados >LMP en Coliformes fecales, debido a malas prácticas de los pescadores artesanales y maricultores, (descarga de pota) mal manejo de residuos, en las zonas clasificadas.
	Muelle de planta de fosfatos JPQ	05°48'50.4" 81°02'19.6" (Mar)	Se observó roca fosfórica molida a granel expuestas a la intemperie, por lo que se considera una fuente potencial de METALES PESADOS.	
		05°48'59.5" 81°02'30.8" (Tierra)	Se observa roca fosfatada molida expuesta a la intemperie, se considera un factor de contaminación ya que está cerca al litoral. Se ha observado dos molinos de martillo.	
		05°48'22.1" 81°01'41.0" (Mar)	Hasta el momento los resultados son normales en los parámetros evaluados, es un punto alejado, probablemente por el movimiento de corrientes que influyen en la dilución de algunas posibles contaminantes. Peligros identificados Hidrocarburos y Fosfatos (metales pesados) Coliformes fecales y patógenos.	

Fuente: Elaboración propia.

IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS – PUERTO RICO (3/4)				
Área de producción	Fuente de Contaminación	Ubicación geográfica (WGS84)	Características de las evidencias	Observaciones
Puerto Rico	Pesquera Diamante	05°49'01.4" 81°02'20.1" (Tierra)	Sin actividad. en actividad los vertimientos están controlados por el PAMA	Aporte de caldo de cultivo para el desarrollo de C. fecales, <i>E. coli</i> y patógenos, otros
	Muelle de Copeinca en operación	05°49'25.7" 81°01'36.6" (Mar)	Las actividades propias de lavado, residuos y otros. Hasta ahora solo un valor supera LMP	
		05°49'22.4" 81°01'58.4" (Tierra)	Actividades propias de la explotación del lugar. Botadero de basura cerca al muelle	
	Punto de descarga de moluscos bivalvos	05°49'28.1" 81°01'48.4" (Tierra)	Actividades propias de la explotación del lugar. Botadero de basura cerca al muelle Es un Punto de Descarga de MBV. Habilitado y autorizado, a la fecha se encuentra con suspensión de actividades por incumplimiento a la normativa sanitaria.	Peligros de evacuación de residuos por malas prácticas.
	Planta de tratamiento de aguas residuales	05°50'18.3" 81°01'35.5" (Tierra)	Se observa 3 pozas de oxidación	Sin información del lugar de evacuación del agua tratada
	Playa Blanca	05°50'08.7" 81°00'08.6" (Tierra)	Punto de embarque en chalana – playa blanca	Es pequeño, por lo que no representa una gran fuente de contaminación

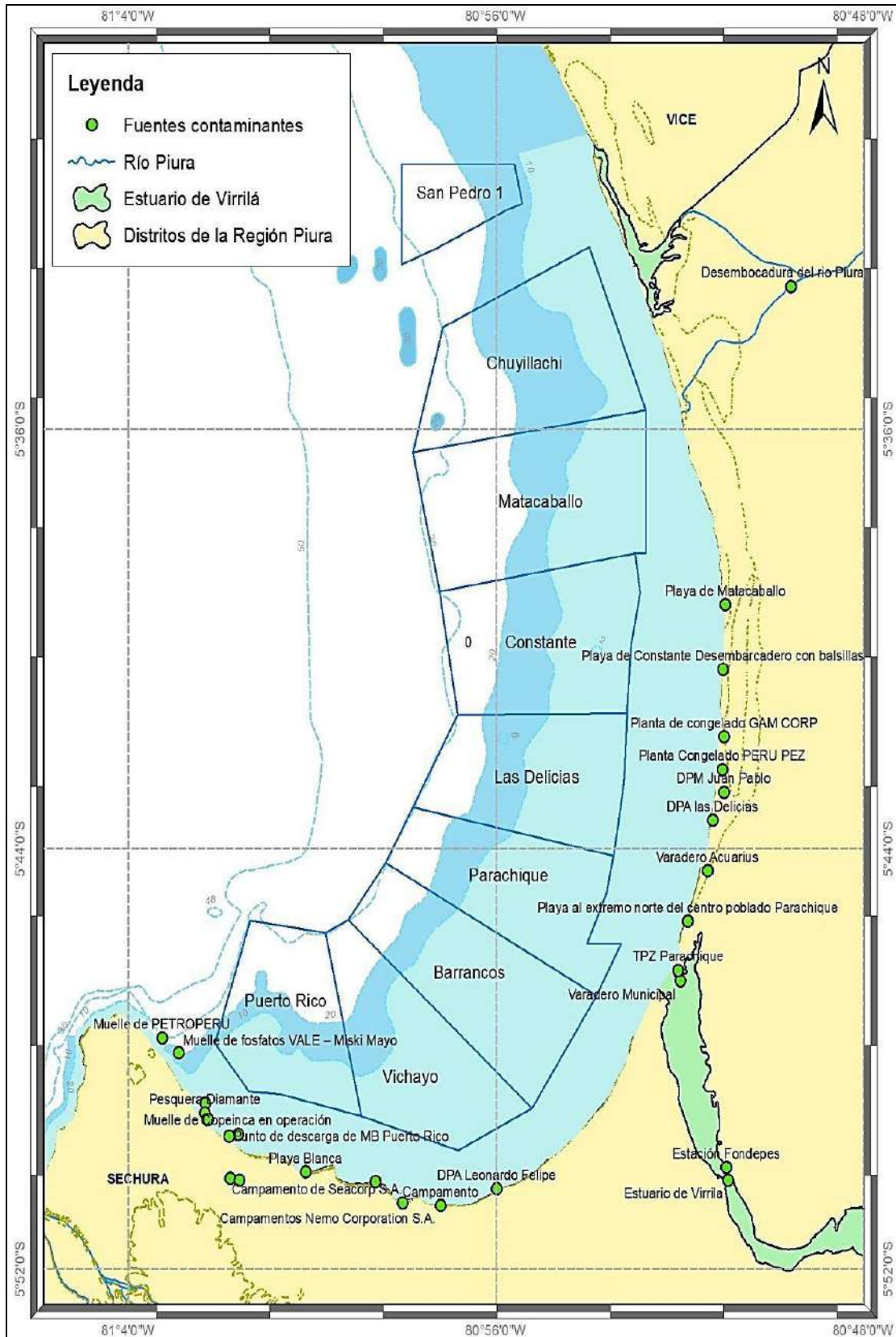
Fuente: Elaboración propia.

**IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS – PUERTO RICO (4/4)**

<b>Área de producción</b>	<b>Fuente de Contaminación</b>	<b>Ubicación geográfica (WGS84)</b>	<b>Características de las evidencias</b>	<b>Observaciones</b>
<b>Puerto Rico</b>	Plataformas de desembarque informales	Desde: 05°49'08.7" 81°02'17.2"  Hasta: 05°49'20.7" 81°02'01.5" (Tierra)	Se identificó 70 módulos informales de descarga y proceso primario (tamaño de cada módulo (5x9 = 45m <sup>2</sup> ), los cuales carecen de protocolo sanitario, representando una de las principales causas de contaminación, por la eliminación de residuos sólidos y líquidos directamente al mar. Asimismo, se evidencia que para utilizar esta actividad utilizan el agua de mar contigua a los módulos de descarga. Además de ello no todos los hogares están conectados a la red de Alcantarillado, constituyendo una fuente de contaminación fecal y de patógenos. Se evidenció en el extremo norte de la orilla de playa, la presencia de un botadero informal de basura.	Peligros de Contaminación de residuos de proceso de eviscerado y Contaminación fecal como patogénica. El centro poblado de Puerto Rico tiene instalado la matriz de agua y desagüe sin embargo muy pocos usan este servicio por problemas económicos. Peligros de Contaminación Microbiológica, Virus VHA y acarreo de materia orgánica.

Fuente: Elaboración propia.

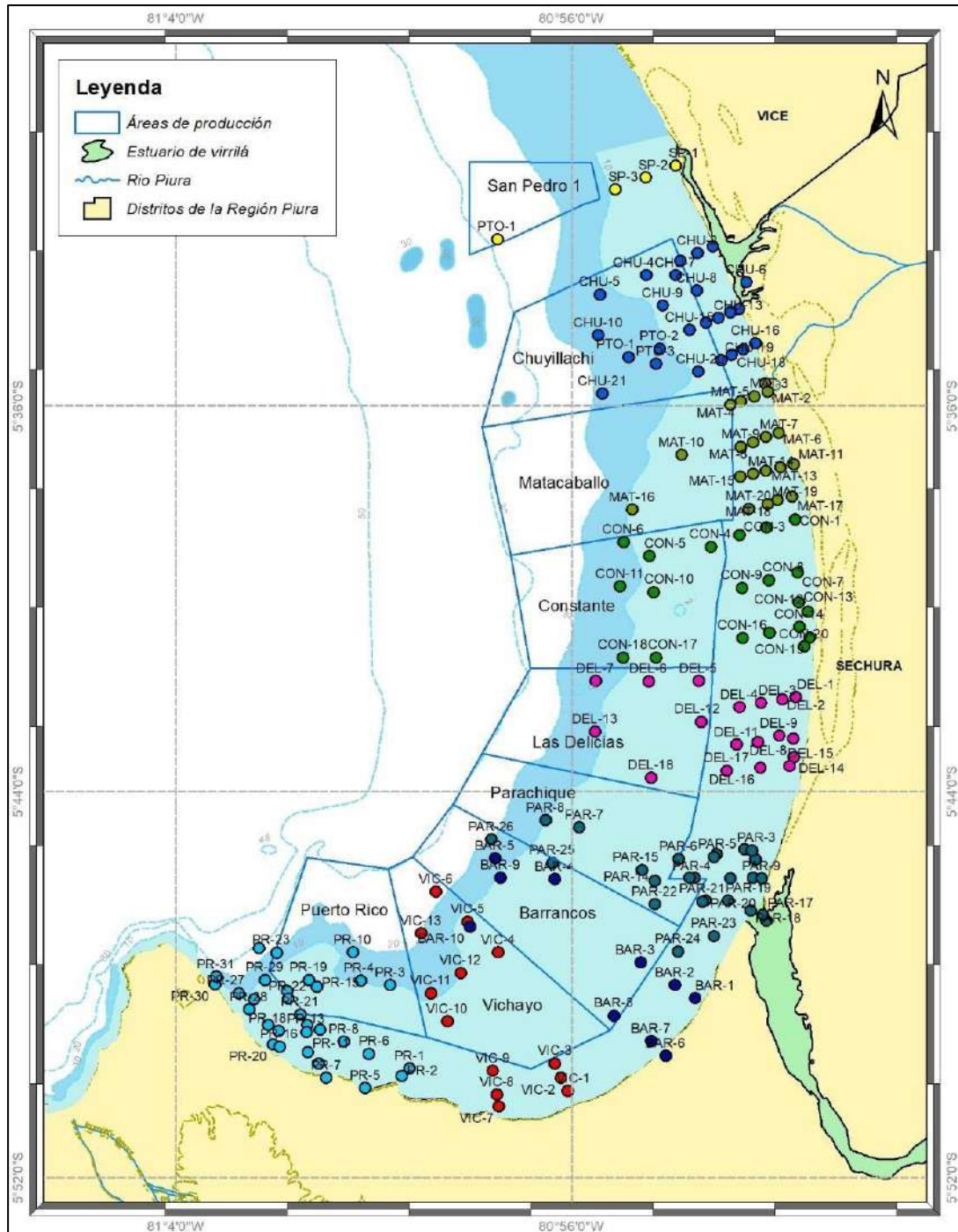
Se realizó el mapa de ubicación de las fuentes de contaminación (Figura 3) por medio de la georreferenciación de las fuentes de contaminación terrestre y marina mediante el software ArcGIS versión 10.8.1.



**Figura 3.** Georreferenciación de las fuentes de contaminación en la prospección marina y terrestre de la bahía de Sechura.

## 4.2. Valorización del riesgo

De acuerdo con el procedimiento establecido por SANIPES, una vez identificada los posibles impactos por las fuentes de contaminación, se realizan transectos direccionados en función a las corrientes marinas y las áreas de producción que están en la bahía de Sechura. En este sentido, se realiza un análisis de los resultados de los 169 puntos de muestreo para la evaluación de riesgo ambiental (ver Figura 4).



**Figura 4.** Georreferenciación de los puntos de muestreo en la prospección marina y terrestre de la bahía de Sechura.

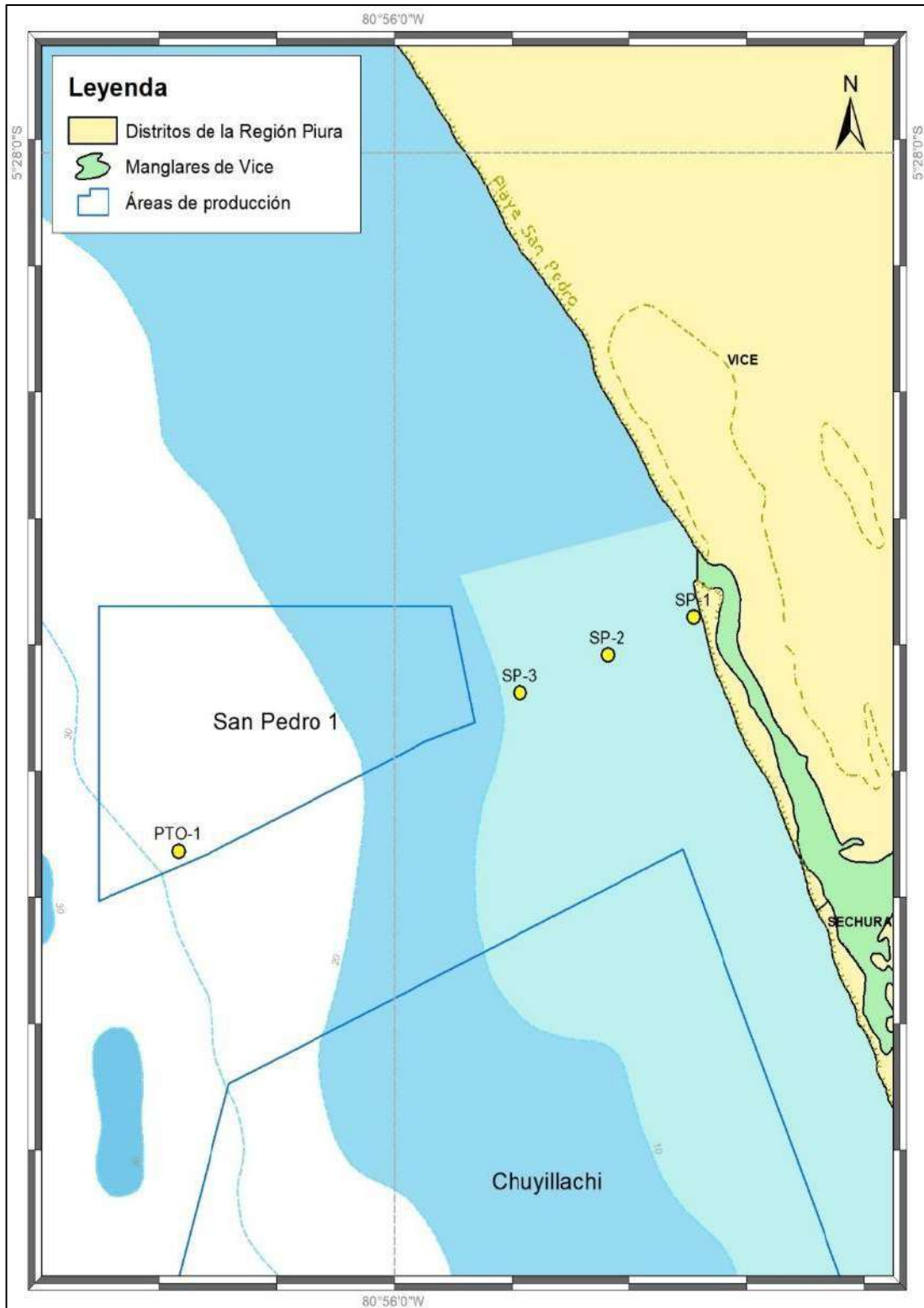
#### **4.2.1. Área de producción San Pedro 1**

Todos los puntos de muestreo en San Pedro 1 se encuentran libres de contaminación. Cabe señalar que estos puntos solo son de agua de mar, ya que actualmente las concesiones no están en producción (no cuentan con producto). El nivel mínimo de coliformes termotolerantes fue de  $< 1.8$  NMP/100 mL, y el máximo valor encontrado fue de 23 NMP/100 mL en el punto SP-1, superando lo establecido por el ECA para agua, Sub- Categoría C1: Extracción y Cultivo de Moluscos Bivalvos ( $\leq 14$  NMP/100 mL) (ver Figura 5).

Finalmente, los parámetros de químicos, hidrocarburos, aceites y grasas, fenoles, metales totales, detergentes y cromo hexavalente<sup>1</sup> se encuentra por debajo de lo establecido en la normativa ambiental peruana.

---

<sup>1</sup> Muestra tomada el 17/12/2021.



**Figura 5.** Puntos de muestreo del sector del área de producción San Pedro 1 de la bahía de Sechura.



#### 4.2.2. Área de producción Chulliyachi

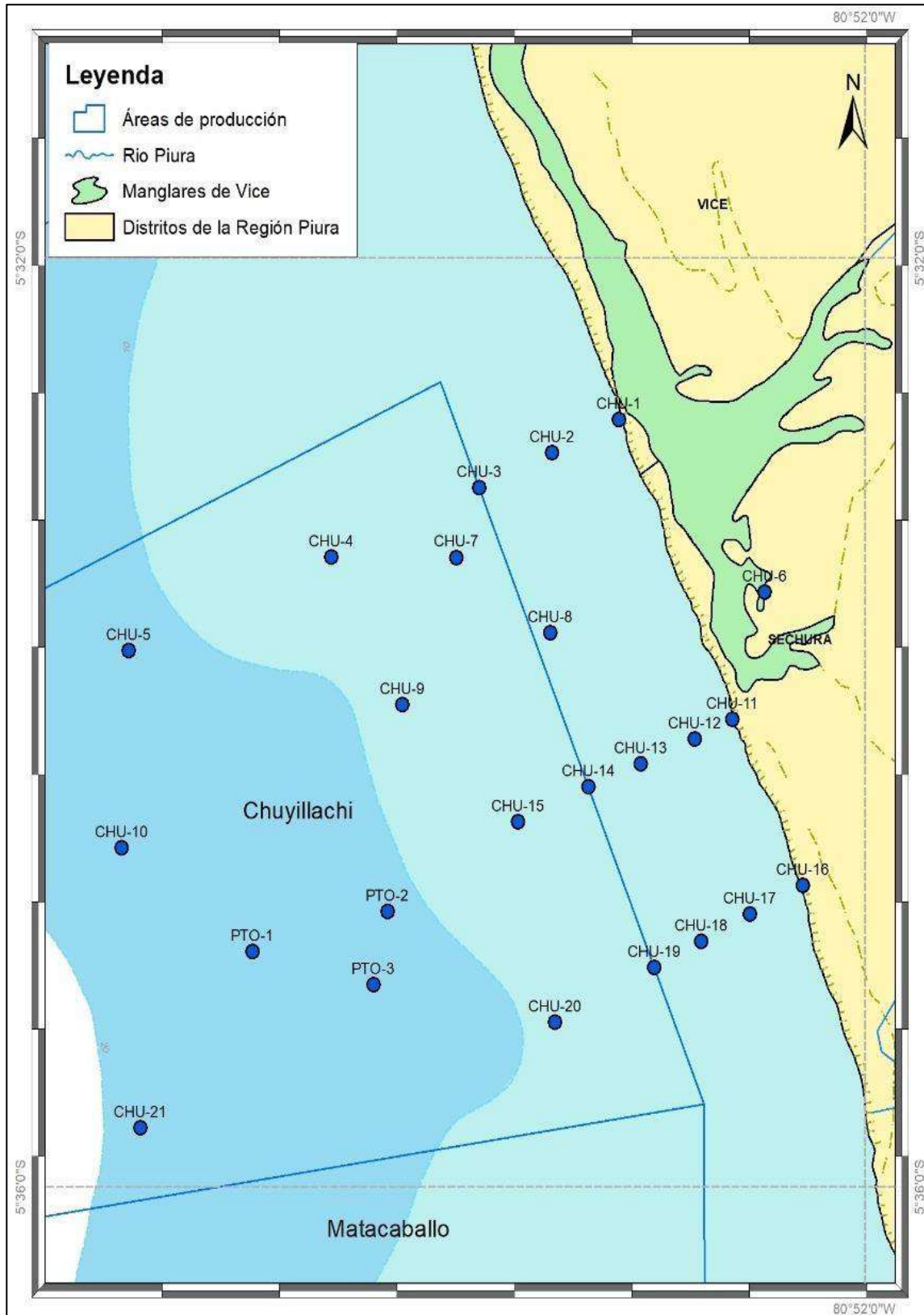
Los resultados de Coliformes termotolerantes en agua de mar, no superaron el ECA para agua de mar, siendo el valor mínimo de 1.8 NMP/100 mL en todos los puntos de muestreo. Sin embargo, en el punto CH-12, se obtuvo el valor más alto observado con 49 NMP/100 mL el 30 de mayo de 2022, superando lo establecido por el ECA para agua, Sub-Categoría C1: Extracción y Cultivo de Moluscos Bivalvos ( $\leq 14$  NMP/100 mL) (ver Figura 6).

Respecto al indicador de *E. coli* en concha de abanico, en el punto de muestreo PTO-2, presenta un resultado del muestreo realizado el 30 de mayo de 2022, que superan el límite permisible ( $\leq 230$  NMP/100 g), siendo el valor más alto de 3.1 veces superior al límite (790 NMP/100 g).

En general, esta zona presenta de acuerdo con los resultados de los ensayos microbiológicos y a la evaluación de riesgo realizada muestra un comportamiento ambiental considerado de alto riesgo, pues se encuentra afectada por las descargas de la desembocadura del Río Piura, el cual recibe la descarga de los efluentes domésticos de las ciudades, centros poblados, caseríos y la actividad agrícola y pecuaria desde la cabecera de la cuenca. Los parámetros de químicos, hidrocarburos, aceites y grasas, fenoles, metales totales, detergentes y cromo hexavalente<sup>2</sup> se encuentra por debajo de lo establecido en la normativa ambiental peruana.

---

<sup>2</sup> Muestra tomada el 17/12/2021.



**Figura 6.** Puntos de muestreo del sector del área de producción Chulliyachi de la bahía de Sechura.

### 4.2.3. Área de producción Matacaballo

En los puntos MAT-1 y MAT-2 el comportamiento de Coliformes termotolerantes han superado lo establecido por el ECA para agua de mar, Sub-Categoría C1: Extracción y Cultivo de Moluscos Bivalvos ( $\leq 14$  NMP/100 mL), siendo 49 y 33 NMP/100 mL respectivamente<sup>3</sup>.

Los resultados probablemente son referidos debido a la disminución de la actividad pesquera por disposición del Gobierno Regional de Piura. Se debe mencionar que en la estación cerca al Desembarcadero de Matacaballo, se incrementó la actividad pesquera, y este incremento de actividad conduce directamente a la contaminación del agua de mar.

En los puntos de muestreo MAT-7, MAT-8, MAT-10, MAT-13 y MAT-16 existe presencia de *E. coli*, siendo 20, 20, 110, 130 y 20 NMP/100 g, sin embargo, no superando el límite permisible establecido en el manual de indicadores ( $\leq 230$  NMP/100 g). Los parámetros de químicos, hidrocarburos, aceites y grasas, fenoles, metales totales, detergentes y cromo hexavalente<sup>4</sup> se encuentra por debajo de lo establecido en la normativa ambiental peruana (ver Figura 7).

---

<sup>3</sup> Muestra tomada el 26/06/2021.

<sup>4</sup> Muestra tomada el 17/12/2021.

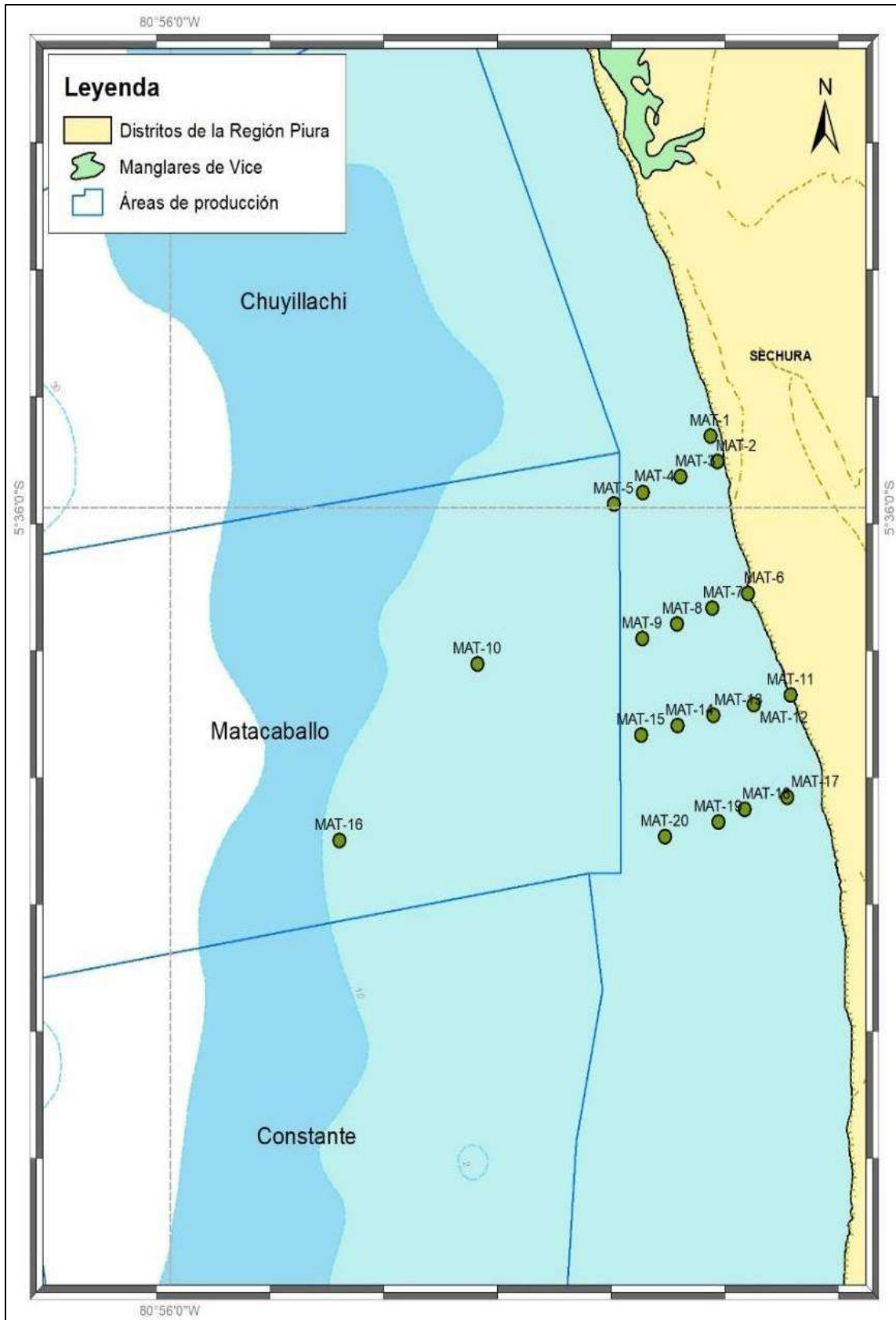


Figura 7. Puntos de muestreo del sector del área de producción Matabalbo de la bahía de Sechura.

#### 4.2.4. Área de producción Constante

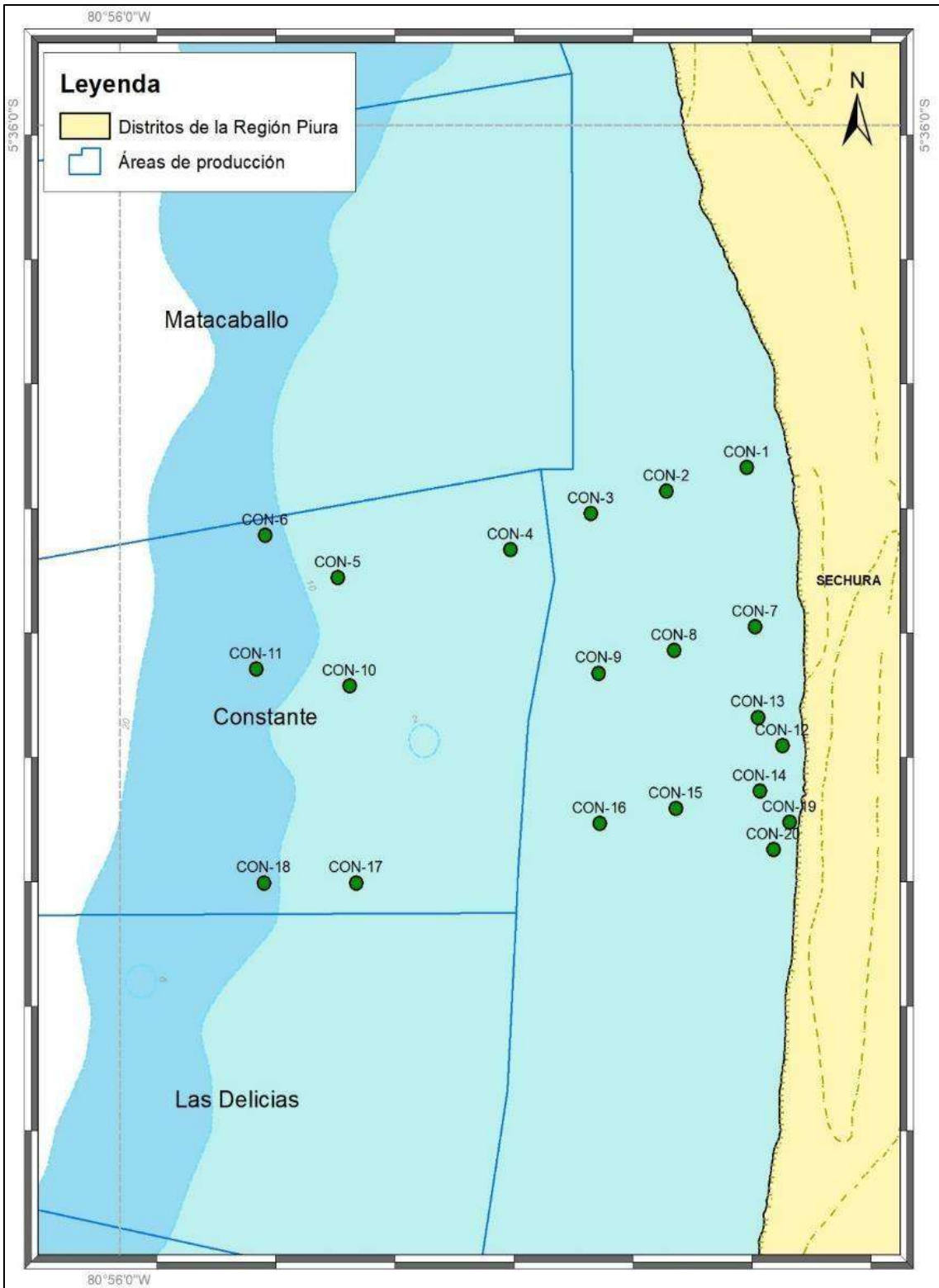
Los resultados de Coliformes termotolerantes en agua de mar, superaron el ECA para agua de mar, Sub-Categoría C1: Extracción y Cultivo de Moluscos Bivalvos ( $\leq 14$  NMP/100 mL), siendo el valor mínimo de 1.8 NMP/100 mL en todos los puntos de muestreo, mientras que el valor más alto observado fue de 130 NMP/100 mL en el punto CON-12<sup>5</sup> (ver Figura 8).

Respecto al indicador de *E. coli* en concha de abanico, en el punto de muestreo CON-8, presenta un resultado del muestreo realizado el 20 de julio de 2021, superan el límite permisible ( $\leq 230$  NMP/100 g), siendo el valor más alto de 5.65 veces (1300 NMP/100 g). Asimismo, en el punto CON-17, muestra tomada el mismo día, se observa un valor por encima de lo establecido en el manual de indicadores, siendo 330 NMP/100 g (ver Figura 10). Los parámetros de químicos, hidrocarburos, aceites y grasas, fenoles, metales totales, detergentes y cromo hexavalente<sup>6</sup> se encuentra por debajo de lo establecido en la normativa ambiental peruana.

---

<sup>5</sup> Muestra tomada el 2/12/2021.

<sup>6</sup> Muestra tomada el 17/12/2021.



**Figura 8.** Puntos de muestreo del sector del área de producción Constante de la bahía de Sechura.

#### 4.2.5. Área de producción Las Delicias

Los resultados de Coliformes termotolerantes en agua de mar, no superaron el ECA para agua de mar, Sub-Categoría C1: Extracción y Cultivo de Moluscos Bivalvos ( $\leq 14$  NMP/100 mL), siendo el valor mínimo 1.8 NMP/100 mL en todos los puntos de muestreo, mientras que el valor más alto observado fue 7.8 NMP/100 mL en el punto DEL-1<sup>7</sup> (ver Figura 9).

Estos puntos de muestreo presentan un comportamiento microbiológico que lo sitúa como un área entre bajo a moderado riesgo, dependiendo directamente de la actividad pesquera industrial.

El comportamiento del *E. coli* en concha de abanico ha estado continuamente presente, pero con niveles bajos que no superan los límites permisibles ( $\leq 230$  NMP/100 g). En junio de 2021 en el punto DEL-13 (20 NMP/100 g); también en julio de 2021 en el punto DEL-6 (20 NMP/100 g) y diciembre de 2021 en el punto DEL-7 (20 NMP/100 g). Para el año 2022, se mantuvo su presencia en los puntos DEL-18 (en marzo con 78 NMP/100 g y junio con 68 NMP/100 g) y DEL-5 (en abril con 45 NMP/100 g) (ver Figura 11).

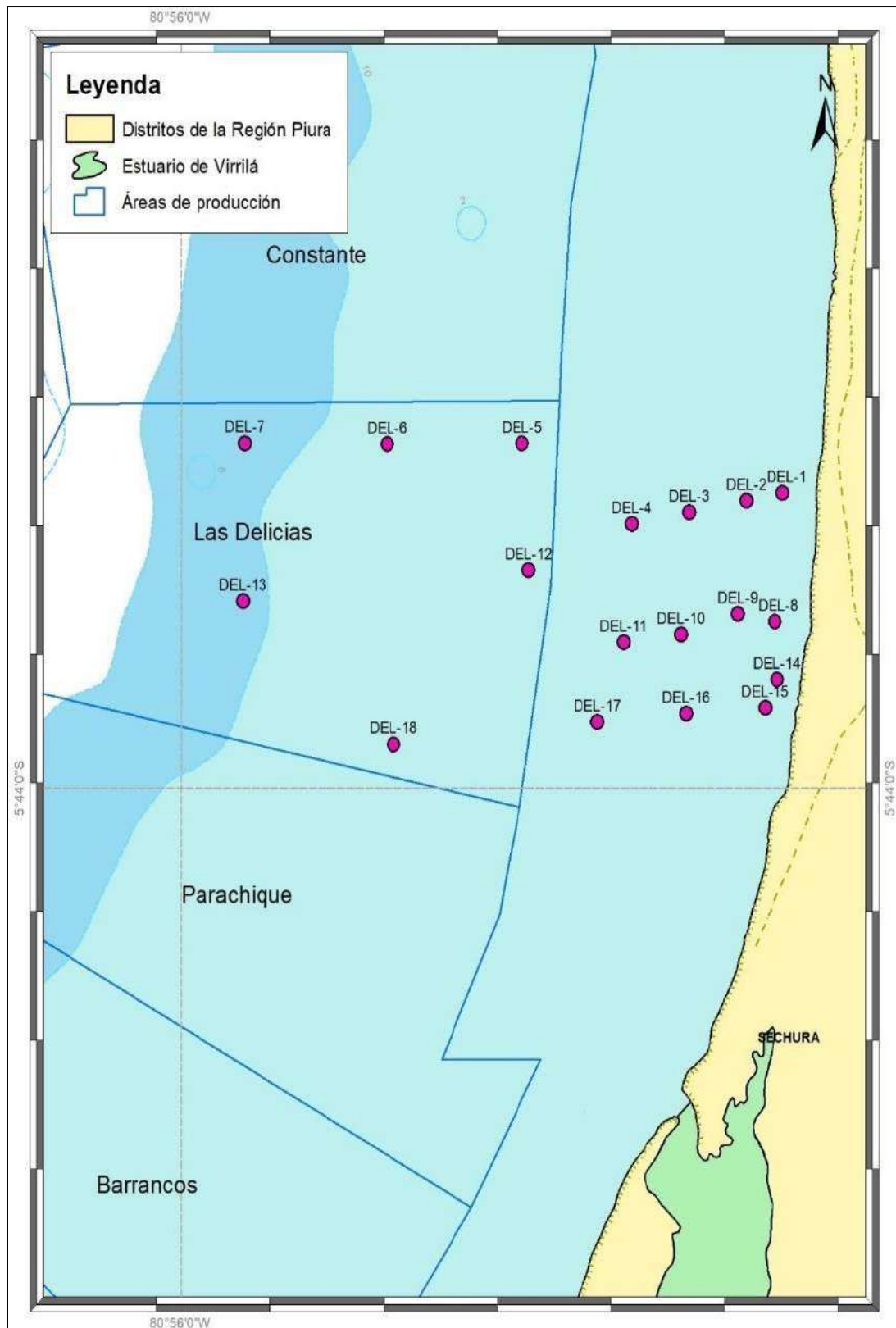
En general, el área frente a Las Delicias presenta un comportamiento sanitario de bajo riesgo, sin embargo, cuando hay actividad pesquera industrial pasa a ser un área considerada como de riesgo moderado en aquellas estaciones cercanas a la costa. Las estaciones que se encuentran distantes 0.5 a 1 km, muestran un comportamiento de bajo riesgo de acuerdo con los resultados microbiológicos obtenidos y a la evaluación de riesgo.

Los parámetros de químicos, hidrocarburos, aceites y grasas, fenoles, metales totales, detergentes y cromo hexavalente<sup>8</sup> se encuentra por debajo de lo establecido en la normativa ambiental peruana.

---

<sup>7</sup> Muestra tomada el 9/2/2022.

<sup>8</sup> Muestra tomada el 17/12/2021.



**Figura 9.** Puntos de muestreo del sector del área de producción Las Delicias de la bahía de Sechura.



#### 4.2.6. Área de producción Parachique

Los resultados de Coliformes termotolerantes en agua de mar, no superaron el ECA para agua de mar en casi todos los puntos siendo el valor mínimo 1.8 NMP/100 mL. Sin embargo, en el año 2022, para los puntos PAR-2 (en marzo con 17 NMP/100 mL), PAR-9 (en marzo con 33 NMP/100 mL y junio con 130 NMP/100 mL) y PAR-18 (en junio con 49 NMP/100 mL) superaron el estándar de calidad ambiental para agua de mar, Sub-Categoría C1: Extracción y Cultivo de Moluscos Bivalvos ( $\leq 14$  NMP/100 mL) (ver Figura 10).

Es preciso destacar que ambas estaciones se encuentran influenciadas adicionalmente por el estuario de Virrilá y el fondeadero de embarcaciones artesanales e industriales, y ambas estaciones se encuentran ubicadas en una zona considerada de muy alto riesgo. El comportamiento del *E. coli* en concha de abanico ha estado continuamente presente, pero con niveles bajos que no superan los límites permisibles.

Existió presencia de *E. coli* en tres puntos de muestreo en el periodo de 2022, teniendo a PAR-25 (en abril con 68 NMP/100 g y mayo con 20 NMP/100 g). Estos resultados muestran que no se superó los niveles del indicador de acuerdo con los límites permisibles ( $\leq 230$  NMP/100 g). Aun cuando han presentado valores puntuales de contaminación, se consideran de un riesgo moderado (medio a bajo), pero que requieren de la vigilancia y verificación de la aplicación de los programas de prerrequisitos, con lo cual se puede revertir esta contaminación haciéndose viable la actividad de acuicultura (ver Figura 12).

Los parámetros de químicos, hidrocarburos, aceites y grasas, fenoles, metales totales, detergentes y cromo hexavalente<sup>9</sup> se encuentra por debajo de lo establecido en la normativa ambiental peruana.

---

<sup>9</sup> Muestras de agua de mar tomadas el 17/12/2021.

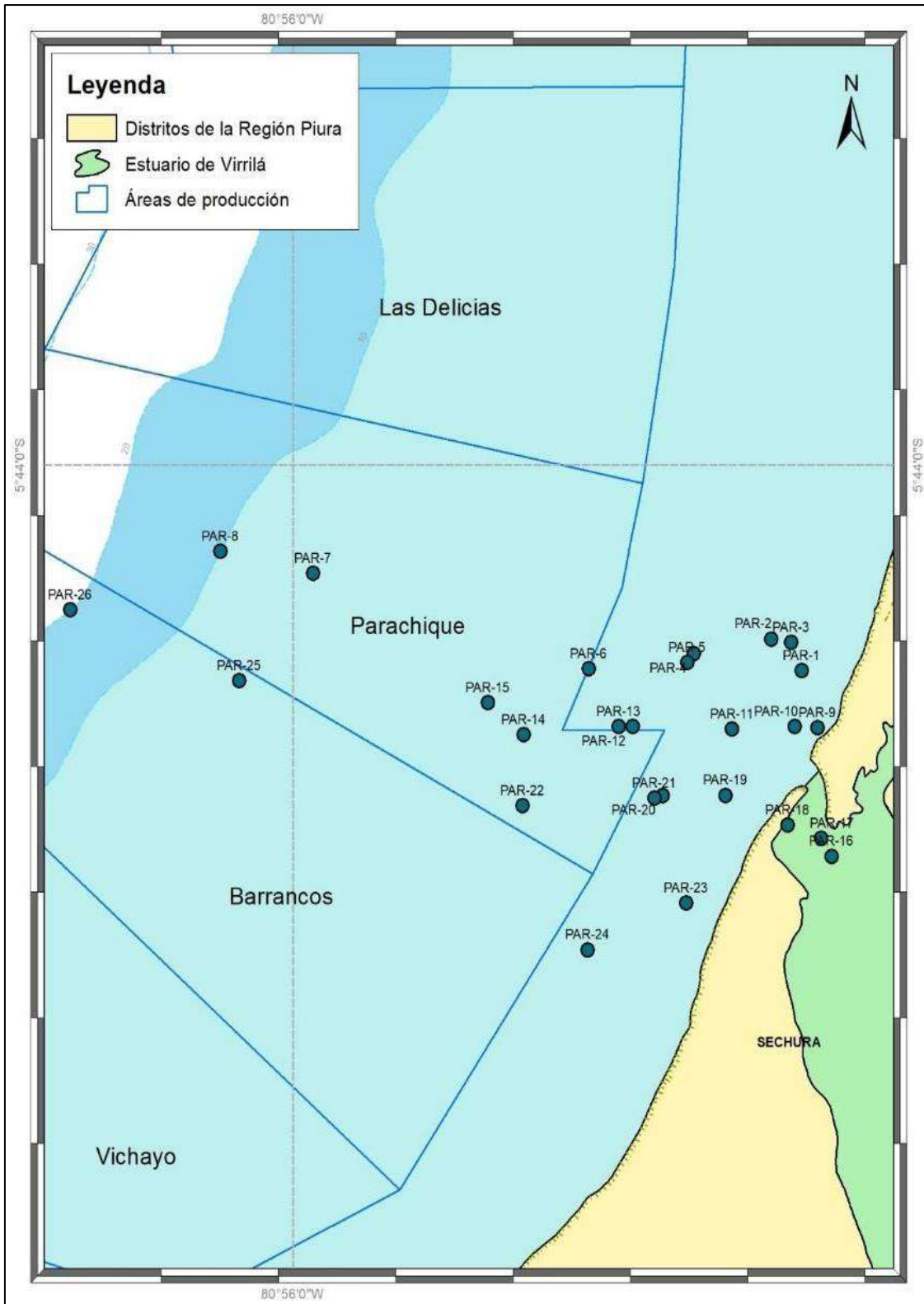


Figura 10. Puntos de muestreo del sector del área de producción Parachique de la bahía de Sechura.

#### 4.2.7. Área de producción Barrancos

Los resultados de Coliformes termotolerantes en agua de mar, no superaron el ECA para agua de mar, Sub-Categoría C1: Extracción y Cultivo de Moluscos Bivalvos ( $\leq 14$  NMP/100 mL) en todos los puntos de muestreo, siendo el valor mínimo 1.8 NMP/100 mL y su valor más alto fue 11 NMP/100 mL<sup>10</sup> en el punto BAR-7.

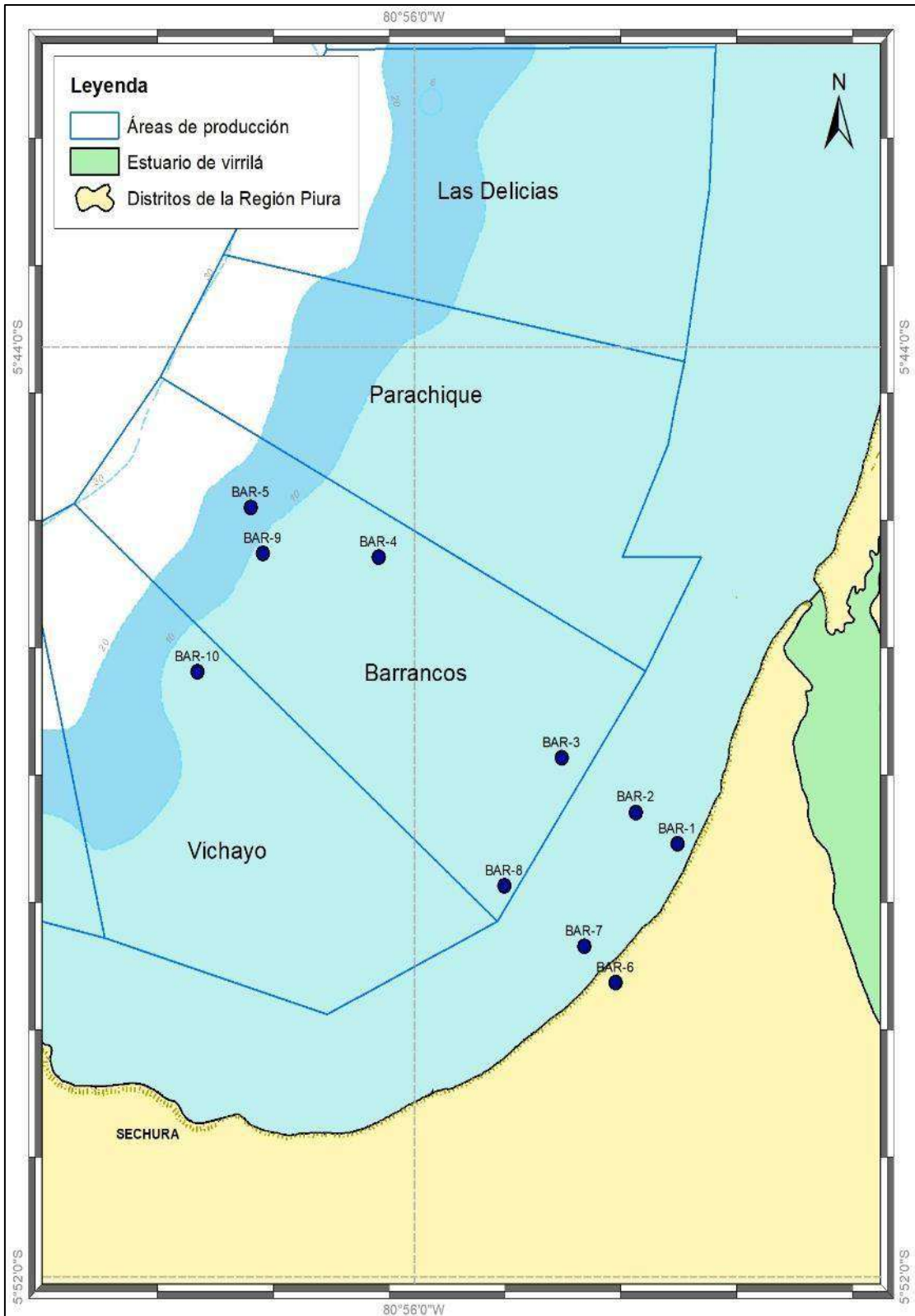
Existió presencia de *E. coli* en cinco puntos de muestreo en los periodos de 2021 y 2022 sin superar el límite permisible ( $\leq 230$  NMP/100 g), teniendo en el 2021, a los puntos BAR-4 (el 17 de junio con 45 NMP/100 g y el 16 de diciembre con 20 NMP/100 g), BAR-5 (el 25 de junio con 20 NMP/100 g y el 21 de julio con 230 NMP/100 g) y BAR-9 (el 16 de diciembre con 20 NMP/100 g y 28 de diciembre con 45 NMP/100). Para el 2022, en el punto BAR-4<sup>11</sup> los niveles de *E. coli* se mantuvieron bajos con 45 NMP/100 g el 10 de febrero, 20 NMP/100 g el 22 de abril, pero el 5 de mayo, sus niveles se elevaron hasta 790 NMP/100 g (ver Figura 11). Aun cuando han presentado valores puntuales de contaminación, se consideran de un riesgo moderado (medio a bajo), pero que requieren de la vigilancia y verificación de la aplicación de los programas de prerequisites, con lo cual se puede revertir esta contaminación haciéndose viable la actividad de acuicultura. El comportamiento del *E. coli* en concha de abanico ha estado continuamente presente, pero con niveles bajos que no superan los límites permisibles. Los parámetros de químicos, hidrocarburos, aceites y grasas, fenoles, metales totales, detergentes y cromo hexavalente<sup>12</sup> se encuentra por debajo de lo establecido en la normativa ambiental peruana.

---

<sup>10</sup> Muestra tomada en mayo de 2022.

<sup>11</sup> Punto de muestreo dentro del área de producción Barrancos.

<sup>12</sup> Muestras de agua de mar tomadas el 17/12/2021.



**Figura 11.** Puntos de muestreo del sector del área de producción Vichayo de la bahía de Sechura.

#### 4.2.8. Área de producción Vichayo

Los resultados de Coliformes termotolerantes en agua de mar, no superaron el ECA para agua de mar, Sub-Categoría C1: Extracción y Cultivo de Moluscos Bivalvos ( $\leq 14$  NMP/100 mL) en todos los puntos de muestreo, siendo sus únicos valores mínimos  $6.8^{13}$  y  $11^{14}$  NMP/100 mL en el punto VIC-1 (ver Figura 14).

La presencia de *E. coli* fue puntual, presentándose solo en el punto VIC-12 con un valor de 78 NMP/100 g, el 22 de abril de 2022. Estos resultados muestran que no se superó los niveles del indicador de acuerdo con los límites permisibles ( $\leq 230$  NMP/100 g). Aun cuando han presentado valores puntuales de contaminación, se consideran de un riesgo moderado (medio a bajo), pero que requieren de la vigilancia y verificación de la aplicación de los programas de prerequisites, con lo cual se puede revertir esta contaminación haciéndose viable la actividad de acuicultura (ver Figura 12).

Los parámetros de químicos, hidrocarburos, aceites y grasas, fenoles, metales totales, detergentes y cromo hexavalente<sup>15</sup> se encuentra por debajo de lo establecido en la normativa ambiental peruana.

---

<sup>13</sup> Muestreo realizado el 24/5/2021.

<sup>14</sup> Muestreo realizado el 10/2/2022.

<sup>15</sup> Muestras de agua de mar tomadas el 17/12/2021.

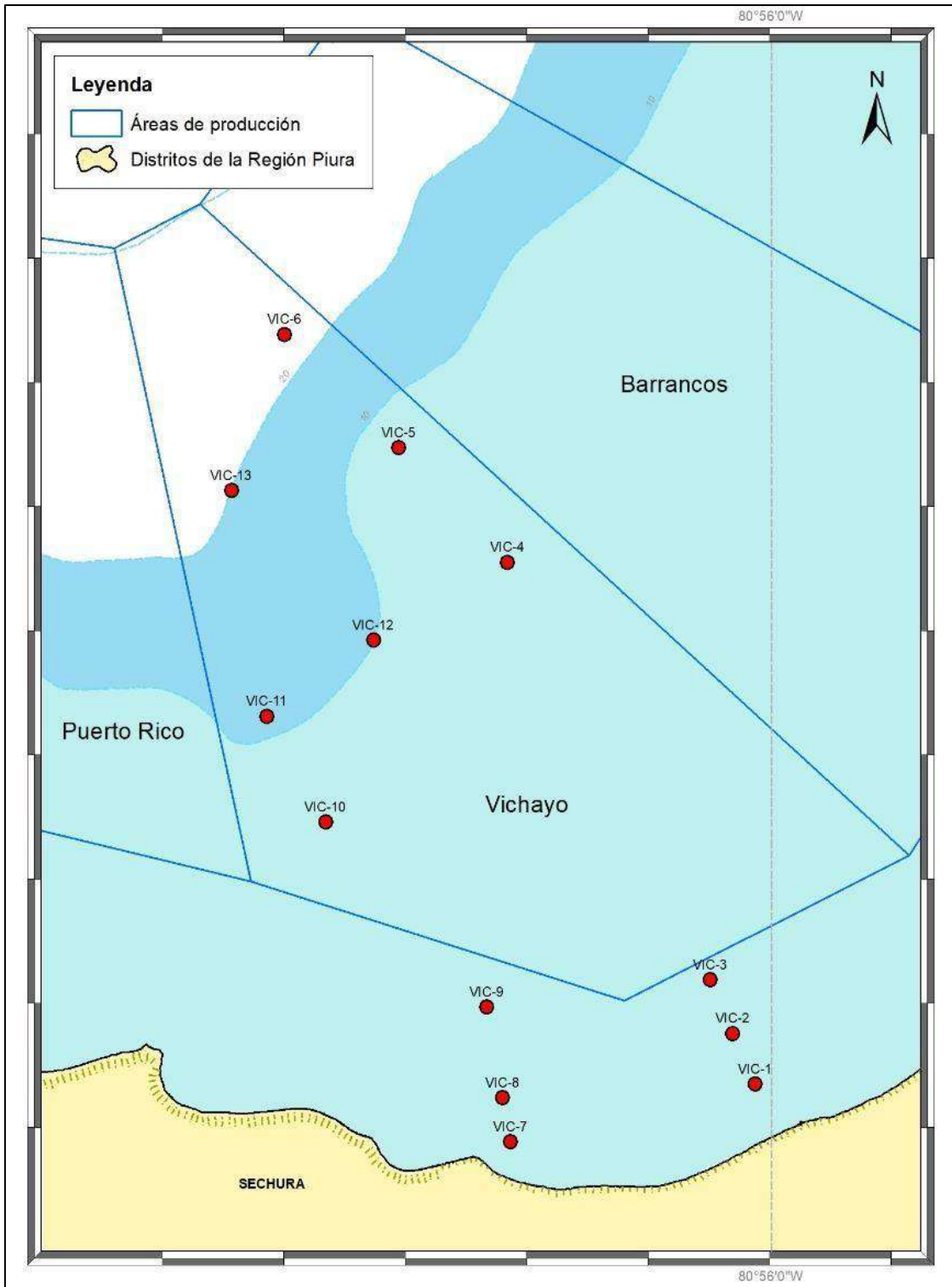


Figura 12. Puntos de muestreo del sector del área de producción Barrancos de la bahía de Sechura.

#### 4.2.9. Área de producción Puerto Rico

El comportamiento de Coliformes termotolerantes en agua de mar ha sido de manera excepcional en el 2021, superando lo establecido por el ECA para agua, Sub-Categoría C1: Extracción y Cultivo de Moluscos Bivalvos ( $\leq 14$  NMP/100 mL).

En mayo, 8 estaciones superaron los establecido por el ECA para agua de mar, siendo PR-12 (79 NMP/100 mL), PR-14 (33 NMP/100 mL), PR-15 (49 NMP/100 mL)<sup>16</sup>, PR-18 (79 NMP/100 mL), PR-21 (350 NMP/100 mL), PR-22 (49 NMP/100 mL), PR-25 (540 NMP/100 mL), y PR-28 (130 NMP/100 mL) (ver Figura 13).

En junio, 7 estaciones superaron los establecido por el ECA para agua de mar, siendo PR-14 (130 NMP/100 mL), PR-16 (33 NMP/100 mL), PR-17 (49 NMP/100 mL), PR-18 (350 NMP/100 mL), PR-20 (49 NMP/100 mL), PR-21 (540 NMP/100 mL) y PR-25 (79 NMP/100 mL) (ver Figura 13).

En julio, 3 estaciones superaron los establecido por el ECA para agua de mar, siendo PR-9 (33 NMP/100 mL), PR-12 (79 NMP/100 mL), y PR-14 (49 NMP/100 mL) (ver Figura 13).

Para el 2022, los coliformes estuvieron presentes con niveles por encima del ECA para agua, Sub-Categoría C1: Extracción y Cultivo de Moluscos Bivalvos ( $\leq 14$  NMP/100 mL) en los puntos PR-15 (el 18 de mayo con 49 NMP/100 mL), PR-16 (el 16 de febrero con 17 NMP/100 mL), PR-17 (el 18 de mayo con 130 NMP/100 mL), PR-20 (el 26 de febrero con 33 NMP/100 mL), PR-22 (el 18 de mayo con 23 NMP/100 mL), PR-26<sup>17</sup> (el 18 de mayo con 130 NMP/100 mL), PR-27 (el 21 de abril con 230 NMP/100 mL) y PR-29 (el 18 de mayo con 170 NMP/100 mL) (ver Figura 13).

Los puntos presentan un área de alta contaminación debido a que se encuentran próximos a las plataformas de descarga, fondeadero de Puerto Rico,

---

<sup>16</sup> Para el caso del punto PR-15, aplica la subcategoría C1: Extracción y Cultivo de Moluscos Bivalvos, área de producción aprobadas ( $\leq 14$  NMP/100 mL).

<sup>17</sup> Para el caso del punto PR-26, aplica la subcategoría C1: Extracción y Cultivo de Moluscos Bivalvos, área de producción aprobadas ( $\leq 14$  NMP/100 mL).

vertimientos domésticos del centro poblado pues todavía no se han conectado los desagües domiciliarios a la red pública.

Existió presencia de *E. coli* en el punto PR-9 en julio de 2021 con 110 NMP/100 g, no superando los niveles del indicador de acuerdo con los límites permisibles. Para el 2022, no existió presencia de este parámetro en los puntos de muestreo en evaluación.

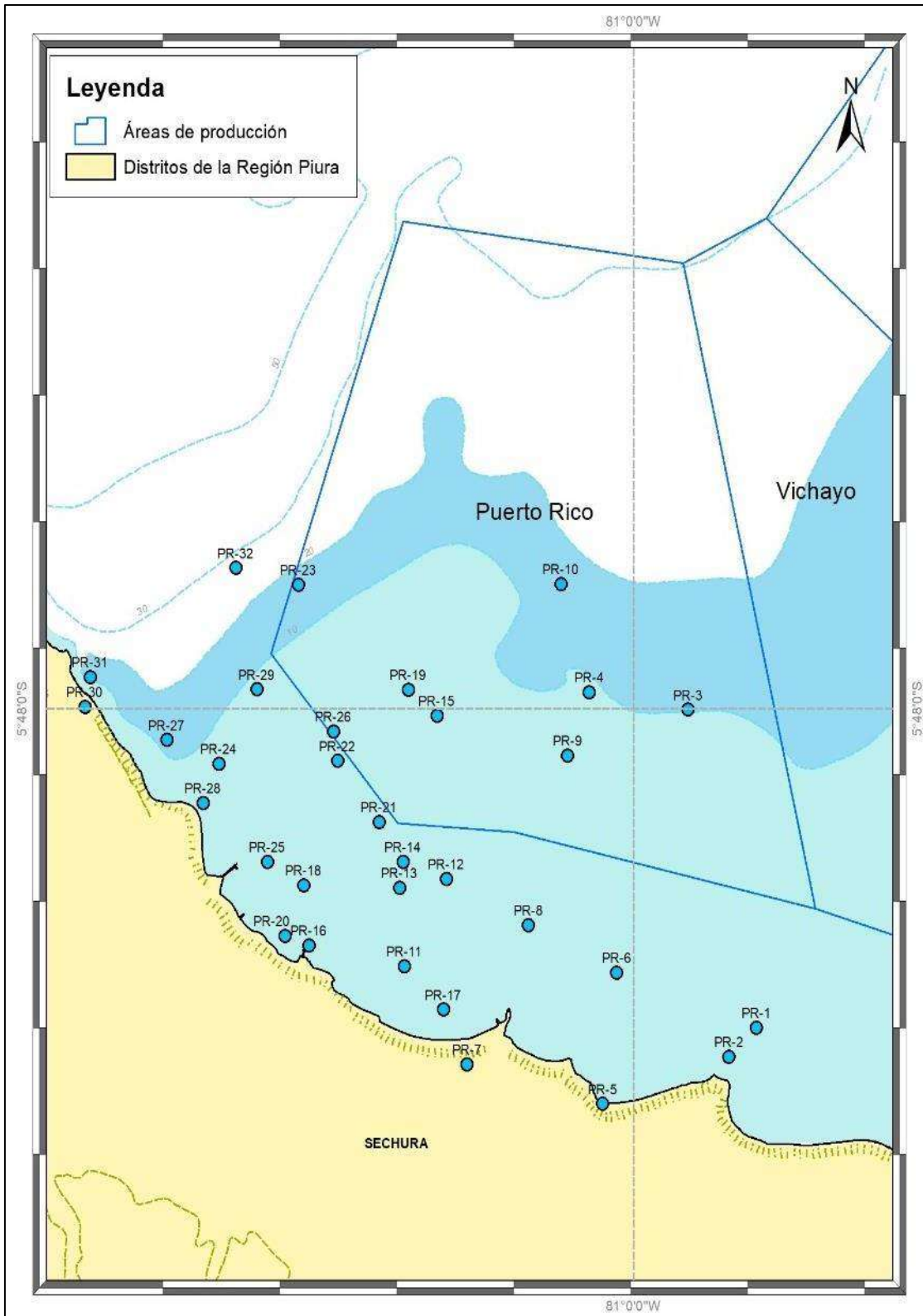
Los parámetros de químicos, hidrocarburos, aceites y grasas, fenoles, metales totales, detergentes y cromo hexavalente<sup>18</sup> se encuentra por debajo de lo establecido en la normativa ambiental peruana.

En términos generales, Puerto Rico es considerada de muy alto riesgo, por los resultados de los recuentos microbiológicos y evaluación del impacto.

---

<sup>18</sup> Muestras de agua de mar tomadas el 17/12/2021.





**Figura 13.** Puntos de muestreo del sector del área de producción Puerto Rico de la bahía de Sechura.

La Figura 14 muestra el comportamiento de los coliformes termotolerantes en la bahía de Sechura, destacando un nivel extremo en el área de producción de Puerto Rico, lo que indica un mayor riesgo en la zona sur.

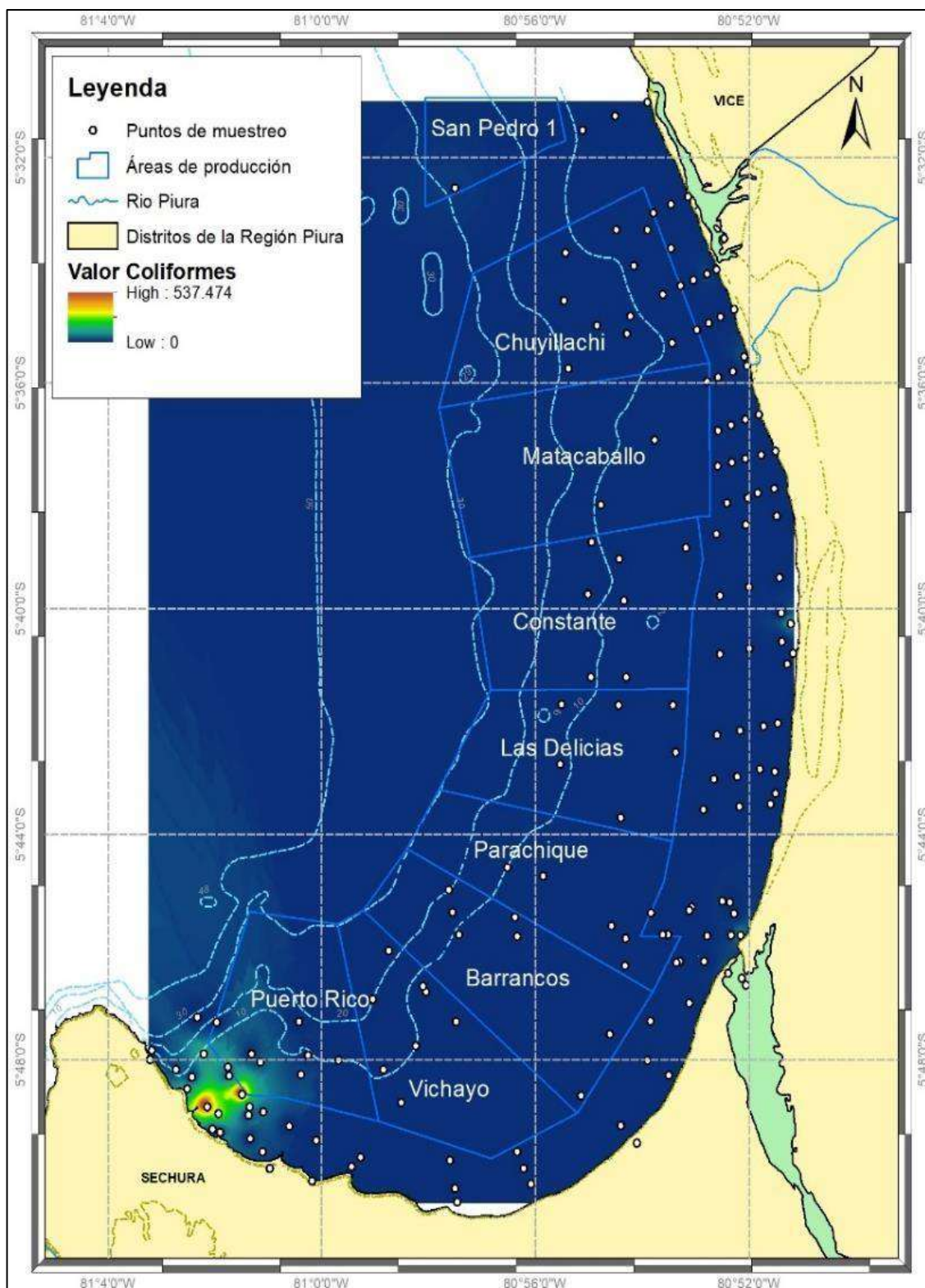


Figura 14. Interpolación por IDW con el indicador Coliformes termotolerantes en la bahía de Sechura.

Mientras que, las demás áreas de producción como Las Delicias, Constante y Matacaballo en el periodo de evaluación muestran un comportamiento que fluctúa entre bajo a medio riesgo. Sin embargo, la presencia de *E. coli* en las áreas de producción de Chulliyachi y

Barrancos estuvieron presentes, así como también, en el área de producción de Constante. En la Figura 15, se muestra el comportamiento del indicador:

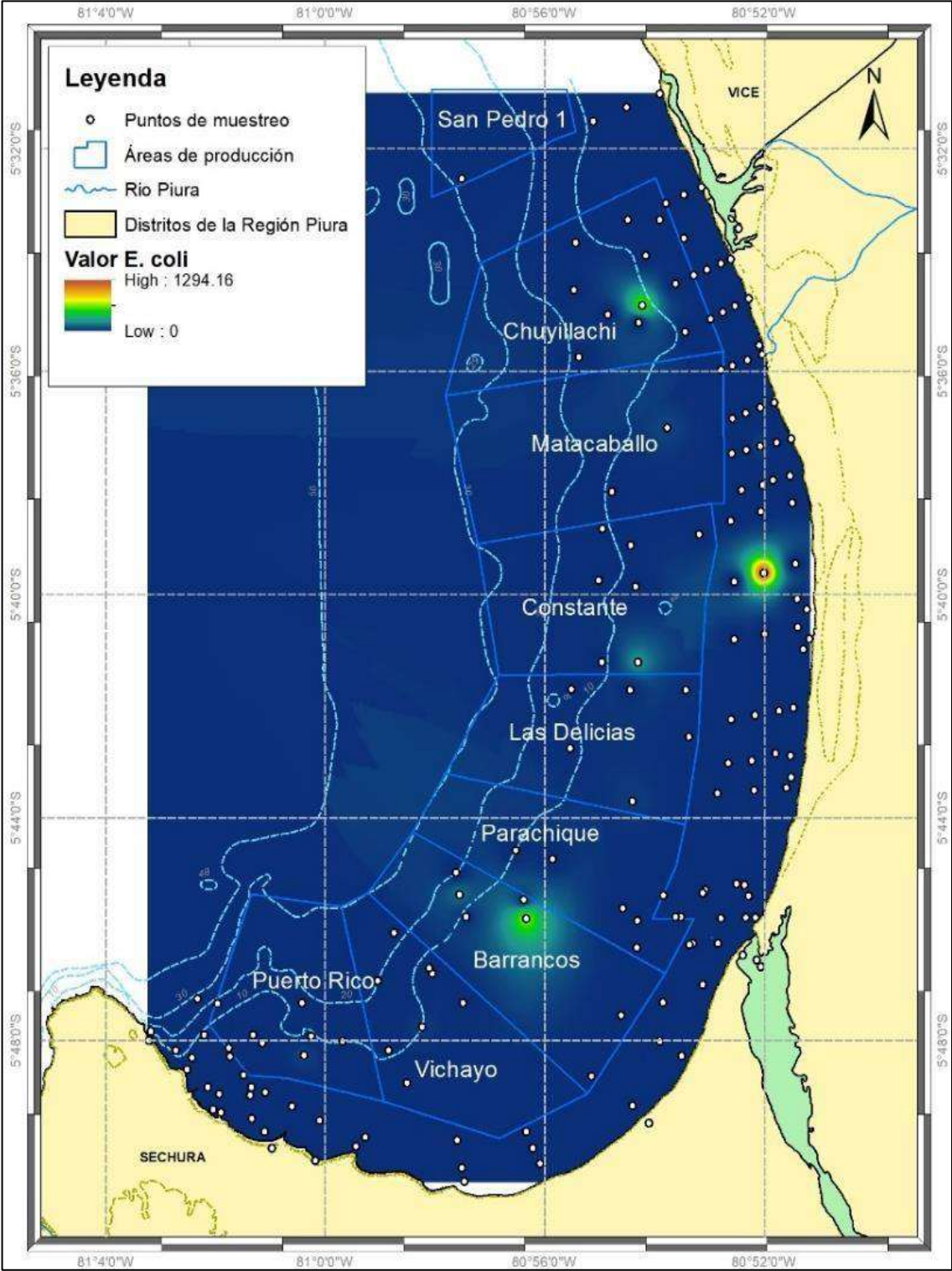


Figura 15. Interpolación por IDW con el indicador *E. coli* en la bahía de Sechura.

En la Tabla 16, se describen la valorización de riesgo de cada fuente de contaminación identificado:

**Tabla 16.** Valorización de riesgo de las áreas de producción.

VALORIZACIÓN DE RIESGO (1/3)						
Área de producción	Fuente	Impacto	Probabilidad	Riesgo	Escala	Manejo
<b>Chulliyachi - San Pedro 1</b>	Desembocadura del manglar de San Pedro el cual constituye un ramal de río Piura	3	6	18	Alto	Posible aumento de manejo sobre los que ya se aplican. Requiere monitoreos.
	Desembocadura del río Piura	3	6	18	Alto	Posible aumento de manejo sobre los que ya se aplican. Requiere monitoreos.
<b>Matacaballo</b>	Playa de Matacaballo	1	4	4	Bajo	No requiere manejo específico, monitoreo de bajo nivel puede ser necesario. Manejo regular debe continuar.
<b>Constante</b>	Playa de Constante Desembarcadero con balsillas	2	4	8	Moderado	Requiere monitoreo, no es necesario manejo inmediato, sujeto a mejoras para bajar el riesgo.
<b>Las Delicias</b>	DPA Las delicias	3	6	18	Alto	Posible aumento de manejo sobre los que ya se aplican. Requiere monitoreos.
	DPM Juan Pablo	0	2	0	Despreciable	No requiere manejo específico, monitoreo de bajo nivel puede ser necesario. Manejo regular debe continuar.
	Planta Congelado PERU PEZ	2	4	8	Moderado	Requiere monitoreo, no es necesario manejo inmediato, sujeto a mejoras para bajar el riesgo.
	Planta Congelado GAM CORP	2	4	8	Moderado	Posible aumento de manejo sobre los que ya se aplican. Requiere monitoreos.
<b>Parachique</b>	Estuario de Virrilá	3	6	18	Alto	Posible aumento de manejo sobre los que ya se aplican. Requiere monitoreos.

Fuente: Elaboración propia.

VALORIZACIÓN DE RIESGO (2/3)						
Área de producción	Fuente	Impacto	Probabilidad	Riesgo	Escala	Manejo
Parachique	Varadero Municipal Varadero Capuñay	3	6	18	Alto	Posible aumento de manejo sobre los que ya se aplican. Requiere monitoreos.
	TPZ Parachique	3	6	18	Alto	Posible aumento de manejo sobre los que ya se aplican. Requiere monitoreos.
	Playa al extremo norte de Parachique	3	6	18	Alto	Posible aumento de manejo sobre los que ya se aplican. Requiere monitoreos.
Barrancos	Varaderos Acuaris	0	1	0	Despreciable	No requiere manejo específico, monitoreo de bajo nivel puede ser necesario. Manejo regular debe continuar
	Estación Fondepes	0	1	0	Despreciable	No requiere manejo específico.
	DPA Leonardo Felipe	0	2	0	Despreciable	No requiere manejo específico.
Las Delicias	Campamento	2	4	8	Moderado	No requiere manejo específico.
	Campamentos Nemo Corporation S.A.	2	4	8	Moderado	No requiere manejo específico.
	Campamento de Seacorp SA.	0	2	2	Bajo	No requiere manejo específico.
	Campamento Sixto Yovera Eche	2	4	8	Moderado	No requiere manejo específico.
Puerto Rico	Muelle Petroperú	1	4	4	Bajo	No requiere manejo específico, monitoreo de bajo nivel puede ser necesario. Manejo regular debe continuar.
	Combustibles					
	Drenes	3	4	12	Moderado	Requiere monitoreo, no es necesario manejo inmediato, sujeto a mejoras para bajar el riesgo.
	Muelle VALE (Fosfatos)	3	6	18	Alto	Posible aumento de manejo sobre los que ya se aplican. Requiere monitoreos.

Fuente: Elaboración propia.

VALORIZACIÓN DE RIESGO (3/3)						
Área de producción	Fuente	Impacto	Probabilidad	Riesgo	Escala	Manejo
Puerto Rico	Muelle Planta JPQ	3	6	18	Alto	Posible aumento de manejo sobre los que ya se aplican. Requiere monitoreos.
	Pesquera Diamante	0	1	0	Despreciable	No requiere manejo específico, monitoreo de bajo nivel puede ser necesario. Manejo regular debe continuar.
	Plataformas desembarque informales	4	6	24	Extremo	Requiere un incremento en las medidas de manejo sobre las que ya están establecidas.
	Fondeadero frente a desembarque informales	3	6	18	Alto	Posible aumento de manejo sobre los que ya se aplican. Requiere monitoreos.
	Muelle Copeinca	0	4	0	Despreciable	No requiere manejo
	Botadero de basura cercano a JPQ	1	4	4	Bajo	No requiere manejo específico, monitoreo de bajo nivel puede ser necesario. Manejo regular debe continuar.
	Punto de descarga de MB Puerto Rico	1	5	5	Bajo	No requiere manejo específico, monitoreo de bajo nivel puede ser necesario. Manejo regular debe continuar.
	Planta de tratamiento de aguas residuales	3	4	12	Moderado	No requiere manejo específico, monitoreo de bajo nivel puede ser necesario. Manejo regular debe continuar.
	Playa Blanca	1	4	4	Bajo	No requiere manejo específico, monitoreo de bajo nivel puede ser necesario. Manejo regular debe continuar.

Fuente: Elaboración propia.

## CAPÍTULO V. DISCUSIONES

Después de evaluar los resultados de los 24 muestreos realizados y considerando la identificación de fuentes de contaminación de norte a sur en la bahía de Sechura, se ha determinado que las áreas de Puerto Rico, Parachique y Chulliyachi-San Pedro 1 presentan un impacto valorado como "Alto" a "Extremo". Esto demuestra que estas áreas de producción son frecuentemente susceptibles a contaminantes fecales. Las principales causas de este fenómeno son las plataformas de descarga, el fondeadero de Puerto Rico, la descarga informal de moluscos bivalvos y los vertimientos domésticos sin conexión a la matriz de desagüe.

El área de producción Puerto Rico con código 012-SECH-11, clasificada sanitariamente como aprobada, en cuya ubicación geográfica existe una zona que es fondeadero de embarcaciones pesqueras artesanales e industriales, se encuentra también la planta de procesamiento industrial para Consumo Humano Indirecto (CHI) Corporación Pesquera Inca SAC (COPEINCA SAC) por lo que el tránsito de embarcaciones pesqueras por zonas adyacentes por el área de producción es continuo, asimismo, en dicha área existen asociaciones dedicadas al cultivo del recurso concha de abanico.

Por lo que, los resultados muestran la problemática que existen en la bahía de Sechura y los coliformes, ya que, por las geografía del lugar, las concentraciones de *E. coli* y coliformes son más altas en los ríos (Albuquerque De Assis Costa et al., 2018, p. 515) – en el área de Chulliyachi y Parachique – con un alto aporte de aguas residuales y disminuían río abajo hacia la bahía, lo que indica que ocurren procesos de dilución y dispersión (Liu et al., 2015, p. 632), por lo que, el análisis de riesgos y estudios en ecosistemas marinos son acordes. En este sentido, (Frena et al., 2019) sugiere que el monitoreo integrado de marcadores químicos y biológicos puede ser una herramienta efectiva para evaluar la contaminación por aguas residuales en los estuarios subtropicales (Carvalho & Fontes, 2007), lo que puede ser replicado en el santuario de Virrilá,

## CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES

Se identificaron 29 fuentes de contaminación, de los cuales, los agentes de mayor impacto ambiental en las áreas de producción de la bahía de Sechura fueron las plataformas de descarga, fondeadero de Puerto Rico, descarga informal de moluscos bivalvos y vertimientos domésticos sin conexión a la matriz de desagüe en los centros poblados.

El comportamiento de los coliformes termotolerantes en el área de producción de Puerto Rico genera un riesgo Extremo, lo que existe la posibilidad de presencia de *E. coli* en el transcurso de los años y con ello, la reclasificación sanitaria de “aprobada o tipo A” a “condicionalmente aprobada o tipo B”, deslistando dicha área de producción para la exportación a la Comunidad Europea, siendo los mayores países consumidores España, Francia y Bélgica, afectando directamente a la cadena productiva, económica y social regional y nacional. Este efecto se convierte en una pérdida de 54,155 miles US\$<sup>19</sup>.

Finalmente, el área de producción con mayor vulnerabilidad ambiental es Puerto Rico, por el comportamiento de las fuentes de contaminación fecal.

---

<sup>19</sup> Cifras calculadas de acuerdo con el Departamento de Productos Pesqueros 2021.



## **CAPÍTULO VII. RECOMENDACIONES**

Concertar con el Gobierno Regional de Piura y la Municipalidad de Sechura el controlar los Desagües domésticos en los centros poblados que ya tienen sistema de alcantarillado (Puerto Rico) y en los centros poblados que no los tienen fomentar la implementación de estos (Parachique, Las Delicias, Constante, Matacaballo).

Informar a la Alta Dirección la necesidad de comunicar al más alto nivel la necesidad de tratar los desagües domésticos a lo largo de la cuenca del río Piura, para poder apoyar el cumplimiento de la Ley de Acuicultura y eliminar el riesgo de contaminación sanitaria y de manera especial la del Virus de la Hepatitis A (VHA) motivo de la restricción de exportaciones de moluscos diferentes a los Pectínidos a la Unión Europea.

Fortalecer la fiscalización sanitaria en los puntos de descarga informal en conjunto con el Ministerio de Producción y la Policía Nacional del Perú por atender con la salud pública.

Lograr una mayor participación de las diferentes Autoridades Nacionales, Regionales y Locales, responsables en la toma de decisiones a fin de resolver el problema de la contaminación de carácter sanitario en la Bahía de Sechura.

## CAPÍTULO VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Albuquerque De Assis Costa, L., Mano Pessoa, D. M., & Da Silva Carreira, R. (2018). Chemical and biological indicators of sewage river input to an urban tropical estuary (Guanabara Bay, Brazil). *Ecological Indicators*, 90, 513–518. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.03.046>
- Albuquerque, K. F. D. M., Silva, M. H. L., Azevedo, J. W. D. J., Soares, L. S., Bandeira, A. M., Soares, L. A., & Castro, A. C. L. D. (2023). Assessment of water quality and concentration of heavy metals in fishes in the estuary of the Perizes River, Gulf of Maranhão, Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, 186, 114420. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.114420>
- Alomoto, W., Niñerola, A., & Pié, L. (2022). Social Impact Assessment: A Systematic Review of Literature. *Social Indicators Research*, 161(1), 225–250. <https://doi.org/10.1007/s11205-021-02809-1>
- Cabral, A. C., Stark, J. S., Kolm, H. E., & Martins, C. C. (2018). An integrated evaluation of some faecal indicator bacteria (FIB) and chemical markers as potential tools for monitoring sewage contamination in subtropical estuaries. *Environmental Pollution* (Barking, Essex: 1987), 235, 739–749. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.12.109>
- Carreira, R., Wagener, A. L. R., Fileman, T., & Readman, J. W. (2001). Distribuição de coprostanol (5 $\beta$ (H)-coleston-3 $\beta$ -ol) em sedimentos superficiais da Baía de Guanabara: Indicador da poluição recente por esgotos domésticos. *Quim. Nova*, 24(1), 37–42. [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.scielo.br/j/qn/a/LVBcVsjRLs7kwXHRGKqvtLd/?format=pdf&lang=pt](https://www.scielo.br/j/qn/a/LVBcVsjRLs7kwXHRGKqvtLd/?format=pdf&lang=pt)

- Carvalho, M. E. S., & Fontes, A. L. (2007). A Carcinicultura no espaço litorâneo sergipano. *Revista da Fapese*, 3, 87–112. <https://www.yumpu.com/pt/document/read/14762176/revista-concluida-fapese>
- Congreso Constituyente Democrático. (1993). *Constitución Política del Perú*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/[https://www.oas.org/juridico/spanish/per\\_res17.pdf](https://www.oas.org/juridico/spanish/per_res17.pdf)
- Congreso de la República del Perú. (1997). *Ley Orgánica para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, Ley 26821*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/[https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4\\_uibd.nsf/94F1B8549C309A4005257B830064833E/%24FILE/26821.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/94F1B8549C309A4005257B830064833E/%24FILE/26821.pdf)
- Congreso de la República del Perú. (2004). *Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental, Ley 28245* [Text]. SINIA | Sistema Nacional de Información Ambiental. <https://sinia.minam.gob.pe/normas/ley-marco-sistema-nacional-gestion-ambiental>
- Congreso de la República del Perú. (2009). *Ley de Recursos Hídricos, Ley 29338* [Text]. SINIA | Sistema Nacional de Información Ambiental. <https://sinia.minam.gob.pe/normas/ley-recursos-hidricos-0>
- Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, Decreto Legislativo 1278 (2020). <https://sinia.minam.gob.pe/normas/decreto-legislativo-que-modifica-decreto-legislativo-no-1278-que-aprueba>
- FAO. (2020). *Yearbook. Fishery and Aquaculture Statistics 2018/FAO annuaire. Statistiques des pêches et de l'aquaculture 2018/FAO anuario. Estadísticas de pesca y acuicultura 2018*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cb1213t>

- FONDEPES. (2021). *Manual de Concha de Abanico* (p. 60). chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2500065/Manual-de-Concha-de-Abanico.pdf?v=1637771143
- Frena, M., Santos, A. P. S., Souza, M. R. R., Carvalho, S. S., Madureira, L. A. S., & Alexandre, M. R. (2019). Sterol biomarkers and fecal coliforms in a tropical estuary: Seasonal distribution and sources. *Marine Pollution Bulletin*, 139, 111–116. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.12.007>
- Gestión de Recursos Naturales. (2020). *Plan Medidas de Mitigación, Reparación y Compensación Ambiental*. <https://www.grn.cl/plan-medidas-de-mitigacion-reparacion-y-compensacion-ambiental.html>
- IMARPE. (2007). *Estudio de Línea Base del Ambito Marino de la Bahía de Sechura* (p. 116) [Técnico]. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www2.produce.gob.pe/RepositorioAPS/3/jer/ACUISUBMENU4/lbase-sechura.pdf
- Klüppel, H.-J. (2005). The Revision of ISO Standards 14040-3 - ISO 14040: Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework - ISO 14044: Environmental management – Life cycle assessment – Requirements and guidelines. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 10(3), 165–165. <https://doi.org/10.1065/lca2005.03.001>
- Le, N. D., Hoang, T. T. H., Phung, V. P., Nguyen, T. L., Rochelle-Newall, E., Duong, T. T., Pham, T. M. H., Phung, T. X. B., Nguyen, T. D., Le, P. T., Pham, L. A., Nguyen, T. A. H., & Le, T. P. Q. (2022). Evaluation of heavy metal contamination in the coastal aquaculture zone of the Red River Delta (Vietnam). *Chemosphere*, 303, 134952. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.134952>

- Leopold, L. B., Clarke, F. E., Hanshaw, B. B., & Balsley, J. R. (1971). A procedure for evaluating environmental impact. En *A procedure for evaluating environmental impact* (USGS Numbered Series Núm. 645; Circular, Vol. 645, p. 19). U.S. Geological Survey. <https://doi.org/10.3133/cir645>
- Li, Y., Ma, L., Li, Y., Abdyzhapar Uulu, S., & Abuduwaili, J. (2022). Exploration of the driving factors and distribution of fecal coliform in rivers under a traditional agro-pastoral economy in Kyrgyzstan, Central Asia. *Chemosphere*, 286, 131700. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.131700>
- Liu, W.-C., Chan, W.-T., & Young, C.-C. (2015). Modeling fecal coliform contamination in a tidal Danshuei River estuarine system. *Science of The Total Environment*, 502, 632–640. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.09.065>
- Mijangos-Ricardez, O., & Lopez Luna, J. (2014). Metodologías para la identificación y valoración de impactos ambientales. *Temas de Ciencia y Tecnología*, 17(6), 37–42. [https://www.utm.mx/edi\\_anteriores/temas50/T50\\_2Notas1-MetodologiasparalaIdentificacion.pdf](https://www.utm.mx/edi_anteriores/temas50/T50_2Notas1-MetodologiasparalaIdentificacion.pdf)
- MINAM. (2014). *Piura: Comité de Gestión y Seguimiento de la Bahía de Sechura (GCSS)*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://www.minam.gob.pe/oficina-general-de-asuntos-socio-ambientales/wp-content/uploads/sites/49/2018/07/01-FICHA-SECHURA-MAY18.pdf>
- MINAM. (2017). *Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias, Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM* [Text]. SINIA | Sistema Nacional de Información Ambiental. <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-agua-establecen-disposiciones>

- Mitsch, W., & Gosselink, J. (2015). *Wetlands* (5ta ed.).  
[https://www.researchgate.net/publication/271643179\\_Wetlands\\_5th\\_edition](https://www.researchgate.net/publication/271643179_Wetlands_5th_edition)
- Pereira, L. C. C., Sousa, N. D. S. D. S., Rodrigues, L. M. D. S., Monteiro, M. C., Silva, S. R. S. D., Oliveira, A. R. G. D., Dias, A. B. B., & Costa, R. M. D. (2021). Effects of the lack of basic public sanitation on the water quality of the Caeté River estuary in northern Brazil. *Ecohydrology & Hydrobiology*, 21(2), 299–314.  
<https://doi.org/10.1016/j.ecohyd.2020.12.003>
- PNIPA. (2021). *Hoja de Ruta para el Cultivo de Peces Marinos en el Perú* (Aurore-Alexandra Castellacci, Paola Ferreyros, Fabricio Flores, Hans Gómez, Milthon Luján.). Programa Nacional de Innovación en Pesca y Acuicultura.  
<https://repositorio.pnipa.gob.pe/handle/20.500.12864/310>
- PRODUCE. (s/f). *Exportaciones – RNIA*. Recuperado el 6 de junio de 2022, de  
<https://rnia.produce.gob.pe/exportaciones-2/>
- Programa del Medio Ambiente de las Naciones Unidas. (2002). *Environmental Impact Assessment Training Resource Manual—Second Edition* (2da ed.).  
<https://wedocs.unep.org/xmlui/handle/20.500.11822/26503>
- Red de Árboles. (2022). *¿Qué son las medidas preventivas ambientales?* [Service].  
Netwoods Colombia, Grupo NW.  
<https://www.reddearboles.org/noticias/nwarticle/332/1/Que-son-las-medidas-preventivas-ambientales>
- Ruiz, L. (2012). Estado de la acuicultura en el Perú. *AquaTIC*, 37, 99–106.
- Saalim, S. M., Saraswat, R., & Nigam, R. (2022). Ecological preferences of living benthic foraminifera from the Mahanadi river-dominated north-western Bay of Bengal: A potential environmental impact assessment tool. *Marine Pollution Bulletin*, 175, 113158. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.113158>

- Sakamaki, T., Zheng, Y., Hatakeyama, Y., Fujibayashi, M., & Nishimura, O. (2022). Effects of spatial scale on assessments of suspension bivalve aquaculture for productivity and environmental impacts. *Aquaculture*, 553, 738082. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738082>
- SANIPES. (2017). *Clasificación de Áreas de Producción de Moluscos Bivalvos, Resolución de Dirección Ejecutiva N° 073-2017-SANIPES*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/[https://www.sanipes.gob.pe/procedimientos/RDE\\_073\\_2017\\_SANIPES\\_P03-SDSA-SANIPES.pdf](https://www.sanipes.gob.pe/procedimientos/RDE_073_2017_SANIPES_P03-SDSA-SANIPES.pdf)
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2018). *Impacto ambiental y tipos de impacto ambiental*. gob.mx. <http://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/impacto-ambiental-y-tipos-de-impacto-ambiental>
- Soueidan, J., Warren, A., Pearson, M., & Montie, E. W. (2021). A changing estuary: Understanding historical patterns in salinity and fecal coliform levels in the May River, SC. *Marine Pollution Bulletin*, 168, 112384. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112384>
- UNC. (2018). *Árbol de problemas* «. <https://patgu.eco.catedras.unc.edu.ar/unidad-3/herramientas/arbol-de-problemas/>
- Vargas, R (2023). Contaminación de ambientes frágiles: el caso de la industria langostinera en la zona de amortiguamiento del Área Natural Protegida Santuario Nacional Manglares de Tumbes, Biblioteca PUCP, Lima
- Vargas, R. G., & Mendoza, E. (2017). Perturbación de fuentes contaminantes en la sostenibilidad de la Bahía de Sechura. *Infinitum...*, 7(1), 11–20. <https://doi.org/10.51431/infinitum.v7i1.60>
- Vera, J. (2012). *Bahía de Sechura*. <https://es.scribd.com/document/414597484/Bahia-de-Sechura-Inf#>

- Wear, R., Theil, M., Bryars, S., Tanner, J., & Jong, S. (2004). *Environmental risk assessment of intertidal shellfish aquaculture in South Australia*. South Australian Research and Development Institute (SARDI). chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://pir.sa.gov.au/\_\_\_data/assets/pdf\_file/0013/231520/No\_132\_Environmental\_risk\_assessment\_of\_intertidal\_shellfish\_aquaculture\_in\_south\_australia.pdf
- Whitehead, P., Bussi, G., Hossain, M. A., Dolk, M., Das, P., Comber, S., Peters, R., Charles, K. J., Hope, R., & Hossain, M. S. (2018). Restoring water quality in the polluted Turag-Tongi-Balu river system, Dhaka: Modelling nutrient and total coliform intervention strategies. *Science of The Total Environment*, 631–632, 223–232. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.038>
- Zhang, J., Hansen, P. K., Wu, W., Liu, Y., Sun, K., Zhao, Y., & Li, Y. (2020). Sediment-focused environmental impact of long-term large-scale marine bivalve and seaweed farming in Sungo Bay, China. *Aquaculture*, 528, 735561. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735561>



# **ANEXOS**



*Figura 16. Fondeadero de embarcaciones en Las Delicias.*



*Figura 17. Desembocadura del Estuario de Virrilá*



*Figura 18. Botadero Municipal de Sechura.*



*Figura 19. Dren proveniente del Río Piura.*



*Figura 20. Pesquera Diamante, infraestructura abandonada, se evidencian tuberías inoperativas.*



*Figura 21. Plataforma Puerto Rico 4 sin toldo, con presencia de heces, cajón inoperativo.*



*Figura 22. Plataforma Puerto Rico 7 en mal estado de conservación. Cuenta con piso de cemento deteriorado y piso de mayólica deteriorado.*



*Figura 23. Plataforma Puerto Rico 12 en la que se comercializa combustible, se evidencia tubería de evacuación de efluentes al mar.*



*Figura 24. Plataforma de Pedro Plataforma Puerto Rico 22 Morán Valladolid, en mal estado de conservación.*



*Figura 25. Plataforma Puerto Rico 31 con presencia de valvas y residuos orgánicos en estado de descomposición de concha de abanico y caracol, abundantes moscas.*



*Figura 26. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Puerto Rico. Se evidenció 03 pozas de oxidación con agua residual, no cuentan con personal para verificar la operatividad de las pozas*



*Figura 27. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Puerto Rico, se evidenció poza de oxidación con agua residual, no cuentan con personal para verificar la operatividad de las pozas.*



*Figura 28. Planta Piloto de tratamiento de mineral - Misky Mayo. Zona de viviendas, se evidencia infraestructura de planta piloto de tratamiento de mineral.*



*Figura 29. Vichayo, campamento de Nemo Corporation SA., para almacén de mallas, vivienda y materiales de cultivo.*





*Figura 30. La Bocana de Parachique. Zona de astilleros, botadero con presencia de residuos orgánicos e inorgánicos.*



*Figura 31. La Bocana de Parachique, zona de astilleros, botadero con presencia de residuos orgánicos e inorgánicos, E/P deterioradas.*



*Figura 32. Parachique, se evidencia tubería de PVC de 2", con salida al mar.*



*Figura 33. Parachique. Botadero de residuos orgánicos e inorgánicos.*

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE: EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES EN LA BAHÍA DE SECHURA

Nº	Indicadores	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Sí	No	Sí	No	Sí	No	
	<b>Indicador 1: fuentes de contaminación ambiental</b>	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
1	Realizar la prospección terrestre y marina desde Puerto Rico hasta Chuliyachi	✓		✓		✓		
2	Identificar las fuentes de contaminación ambiental en la bahía de Sechura.	✓		✓		✓		
3	Graficar los transeptos en la Bahía de Sechura	✓		✓		✓		
4	Georreferenciar y graficar los puntos de monitoreo en cada área de producción de la bahía de Sechura (169)	✓		✓		✓		
5	Realizar monitoreo cada 15 días en un período de 12 meses para el parámetro de <i>E. coli</i> , Salmonella, VHA, Coliformes termotolerantes y metales pesados.	✓		✓		✓		
6	Analizar los resultados con el D. S. N° 004-20217-MINAM y R. D. E. N° 073-20217-SANIPES.	✓		✓		✓		
7	Aplicar la interpolación IDW con el uso de ArcGIS en los parámetros <i>E. coli</i> y Coliformes termotolerantes para su evaluación integral en la bahía de Sechura.	✓		✓		✓		
	<b>Indicador 2: Evaluación ambiental</b>	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
8	Utilizar la metodología de análisis de riesgos utilizada en la Guía para la Acuicultura Versión 1.1. por Fletcher et al, 2002.	✓		✓		✓		
9	Evaluar los resultados de las prospecciones y monitoreo en la tabla de consecuencias des de el nivel de "insignificante" a "catastrófico".	✓		✓		✓		
10	Evaluar los resultados de las prospecciones y monitoreo en la tabla de probabilidad desde el nivel de "probable" a "remoto".	✓		✓		✓		
11	Indicar el valor del riesgo ambiental utilizando la matriz de riesgo.	✓		✓		✓		
12	Clasificar los riesgos de acuerdo con los números y color del riesgo.	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

**Opinión de aplicabilidad:** Aplicable [X]    Aplicable después de corregir [ ]    No Aplicable [ ]  
**Apellidos y nombres del juez validador:** García Torres Shuler Antonio Wendelin **DNI/CIP:** 221410  
**Especialidad del validador:** Evaluador de Instrumento de gestión ambiental

**1Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado  
**2Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.  
**3Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

Lima, 10 de julio de 2023

  
 GARCÍA TORRES SHULER ANTONIO WENDELIN  
 DNI - CIP 221410  
 Firma del Experto Informa

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE: EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES EN LA BAHÍA DE SECHURA

Nº	Indicadores	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Sí	No	Sí	No	Sí	No	
	<b>Indicador 1: fuentes de contaminación ambiental</b>	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
1	Realizar la prospección terrestre y marina desde Puerto Rico hasta Chulliyachi	✓		✓		✓		
2	Identificar las fuentes de contaminación ambiental en la bahía de Sechura.	✓		✓		✓		
3	Graficar los transeptos en la Bahía de Sechura	✓		✓		✓		
4	Georreferenciar y graficar los puntos de monitoreo en cada área de producción de la bahía de Sechura (169)	✓		✓		✓		
5	Realizar monitoreo cada 15 días en un periodo de 12 meses para el parámetro de <i>E. coli</i> , Salmonella, VHA, Coliformes termotolerantes y metales pesados.	✓		✓		✓		
6	Analizar los resultados con el D. S. N° 004-20217-MINAM y R. D. E. N° 073-20217-SANIPES.	✓		✓		✓		
7	Aplicar la interpolación IDW con el uso de ArcGIS en los parámetros <i>E. coli</i> y Coliformes termotolerantes para su evaluación integral en la bahía de Sechura.	✓		✓		✓		
	<b>Indicador 2: Evaluación ambiental</b>	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
8	Utilizar la metodología de análisis de riesgos utilizada en la Guía para la Acuicultura Versión 1.1. por Fletcher et al, 2002.	✓		✓		✓		
9	Evaluar los resultados de las prospecciones y monitoreo en la tabla de consecuencias desde el nivel de "insignificante" a "catastrófico".	✓		✓		✓		
10	Evaluar los resultados de las prospecciones y monitoreo en la tabla de probabilidad desde el nivel de "probable" a "remoto".	✓		✓		✓		
11	Indicar el valor del riesgo ambiental utilizando la matriz de riesgo.	✓		✓		✓		
12	Clasificar los riesgos de acuerdo con los números y color del riesgo.	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [ ] No Aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador: Vargas Collantes Rodolfo Gianmarco DNI/CIP: 220398

Especialidad del validador: Evaluador de Instrumento de gestión ambiental

1Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado

2Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.

3Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

  
 Mg Rodolfo Vargas Collantes  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 .IP 2.0398

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS**

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LA VARIABLE: EVALUACION DE IMPACTOS AMBIENTALES EN LA BAHÍA DE SECHURA**

Nº	Indicadores	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Sí	No	Sí	No	Sí	No	
	<b>Indicador 1: fuentes de contaminación ambiental</b>	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
1	Realizar la prospección terrestre y marina desde Puerto Rico hasta Chulliyachi	✓		✓		✓		
2	Identificar las fuentes de contaminación ambiental en la bahía de Sechura.	✓		✓		✓		
3	Graficar los transeptos en la Bahía de Sechura	✓		✓		✓		
4	Georreferenciar y graficar los puntos de monitoreo en cada área de producción de la bahía de Sechura (169)	✓		✓		✓		
5	Realizar monitoreo cada 15 días en un período de 12 meses para el parámetro de <i>E. coli</i> , Salmonella, VHA, Coliformes termotolerantes y metales pesados.	✓		✓		✓		
6	Analizar los resultados con el D. S. N° 004-20217-MINAM y R. D. E. N° 073-20217-SANIPES.	✓		✓		✓		
7	Aplicar la interpolación IDW con el uso de ArcGIS en los parámetros <i>E. coli</i> y Coliformes termotolerantes para su evaluación integral en la bahía de Sechura.	✓		✓		✓		
	<b>Indicador 2: Evaluación ambiental</b>	Sí	No	Sí	No	Sí	No	
8	Utilizar la metodología de análisis de riesgos utilizada en la Guía para la Acuicultura Versión 1.1. por Fletcher et al, 2002.	✓		✓		✓		
9	Evaluar los resultados de las prospecciones y monitoreo en la tabla de consecuencias des de el nivel de “insignificante” a “catastrófico”.	✓		✓		✓		
10	Evaluar los resultados de las prospecciones y monitoreo en la tabla de probabilidad desde el nivel de “probable” a “remoto”.	✓		✓		✓		
11	Indicar el valor del riesgo ambiental utilizando la matriz de riesgo.	✓		✓		✓		
12	Clasificar los riesgos de acuerdo con los números y color del riesgo.	✓		✓		✓		

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

**Opinión de aplicabilidad:** Aplicable [X]    Aplicable después de corregir [ ]    No Aplicable [ ]  
**Apellidos y nombres del juez validador:** García Raymundo Luis Enrique Nicolas DNI/CIP: 221408  
**Especialidad del validador:** Evaluador de Instrumento de gestión ambiental

**1Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado  
**2Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo.  
**3Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo.

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.

Lima, 10 de julio de 2023



LUIS ENRIQUE NICOLAS  
 GARCIA RAYMUNDO  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 Reg. CIP N° 221408

Firma del Experto Informa



PERÚ

Ministerio  
de la Producción



“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

**CONSTANCIA DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS**

Conste por el presente documento que el Sr. VARGAS COLLANTES CRISTHIAN EDUARDO, identificado con RUC N.º 10459364655 prestó servicios como Tesista Investigador en la Sub Dirección de Fiscalización Sanitaria Acuícola del Organismo Nacional de Sanidad Pesquera – SANIPES de acuerdo al siguiente detalle:

CONTRATO	OBJETO	PERÍODO
Orden de Servicio 0001084	SERVICIO COMO TESISTA INVESTIGADOR	14 - SETIEMBRE
Orden de Servicio 0001084	SERVICIO COMO TESISTA INVESTIGADOR	14 - OCTUBRE
Orden de Servicio 0001084	SERVICIO COMO TESISTA INVESTIGADOR	14 - NOVIEMBRE
Orden de Servicio 0001084	SERVICIO COMO TESISTA INVESTIGADOR	14 - DICIEMBRE

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado

San Isidro, 27 de diciembre del 2022

ORGANISMO NACIONAL DE SANIDAD PESQUERA  
SANIPES

Ing. Egoavil Gallardo Kilder Antonio  
Sub director de Fiscalización Acuícola



Firmado digitalmente por:  
EGOAVIL GALLARDO Kilder  
Antonio FAU 20505420050 soft  
Motivo: Doy V° B°

Figura 34. Constancia de prestación de servicios como tesista investigador en SANIPES.



Cristhian Vargas <crisvarcoll@gmail.com>

## Solicitar información de ensayos y análisis semestrales fisicoquímicos de la bahía de Sechura

2 mensajes

**crsthian vargas** <crisvarcoll@gmail.com>  
Para: 1062-sechura-od@sanipes.gob.pe

23 de septiembre de 2022, 2:56 p.m.

Buenas tardes,

Soy Cristhian Eduardo Vargas Collantes, servicio de Asistencia Técnica en tesis de Proyecto de Investigación en el marco del Proyecto de Revaluación Sanitaria en la Bahía de Sechura.

En el cual, para seguir avanzando con la investigación, solicito datos de ensayos fisicoquímicos de Escherichia coli, coliformes fecales, así como también los resultados semestrales de análisis fisicoquímicos (temperatura, pH, salinidad, oxígeno disuelto y superficial, sólidos suspendidos) desde las áreas de Puerto Rico hasta San Pedro, en las áreas de producción de moluscos bivalvos, zona de cultivo de fondo y superficial.

Saludos cordiales.

Atte.

**Cristhian Vargas Collantes**

DNI: 45936465

**Celular** : 930428849/965214115

**Silvia Gamez Diestra** <1062-sechura-od@sanipes.gob.pe>  
Para: crsthian vargas <crisvarcoll@gmail.com>

23 de septiembre de 2022, 3:14 p.m.

Buenas tardes,

Adjunto enlace donde se encuentra la base de datos de los resultados de la Revaluación de la Bahía de Sechura.

[BASE DE DATOS\\_REVALUACION SANITARIA.xlsx](#)

Atte.-

Silvia Gamez

Figura 35. Correos de solicitud y permiso de uso para el manejo de base de datos de los resultados de revaluación de la Bahía de Sechura.