

CONVIVIENDO CON EL MAR DE LA BAHÍA DE PAITA

Evaluación Ambiental
de Causalidad (EAC)
por el impacto del
vertimiento de los
efluentes industriales
pesqueros de consumo
humano directo
en la Bahía de Paita



Oefa

Organismo
de Evaluación
y Fiscalización
Ambiental

Conviviendo con el mar de la bahía de Paita. Evaluación Ambiental de Causalidad (EAC) por el impacto del vertimiento de los efluentes industriales pesqueros de consumo humano directo en la Bahía de Paita

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA

Dirección: Av. Faustino Sánchez Carrión N° 603
Jesús María, Lima-Perú.
Teléfono: 204-9900
www.gob.pe/oefa

Consejo Directivo

Johnny Marchán Peña - Presidente
Gloria Cadillo Ángeles - Consejera
Gunther Merzthal Yupari - Consejero
César Ortiz Jahn - Consejero
John Ortiz Sánchez - Consejero

Equipo Investigador

José Guevara Del Águila
Coordinación de Supervisión Ambiental en Pesca
Dirección de Supervisión Ambiental en Actividades Productivas

Karla Mónica Valer Cerna
Consultora ambiental
Presidencia del Consejo Directivo

Corrección de textos y revisión de estilo

Roxana Villalba Garcés

Diseño y diagramación

Oficina de Relaciones Institucionales y Atención a la Ciudadanía

Fotografías

Archivo del OEFA

Primera edición: mayo 2023

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N. ° 2023-03915
ISBN: 978-612-4341-07-6



ÍNDICE GENERAL

PRÓLOGO	8
RESUMEN	10
CAPÍTULO I. CONTEXTO	13
1.1 Señales de impacto ambiental negativo en el mar de la bahía de Paita	14
1.2 Acciones regulatorias del OEFA para promover el cumplimiento de compromisos ambientales	17
1.2.1 Acciones de supervisión en la bahía de Paita	17
1.2.2 Evaluaciones de causalidad	19
1.2.3 Coordinaciones con los administrados en el marco de las supervisiones	20
1.3 Formulación del problema	21
1.3.1 Problema general	21
1.3.2 Problemas específicos	21
1.4 Justificación de la investigación	22
1.5 Objetivos de la investigación	23
1.5.1 Objetivo general	23
1.5.2 Objetivos específicos	23
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	27
2.1 Estudios realizados en el mar de la bahía de Paita	28
2.2 Estudios realizados por el OEFA	33
2.3 Marco legal	47
2.3.1 Normas de referencia	49
2.4 Instrumentos de gestión ambiental de los administrados	51
2.5 Glosario	52
2.5.1 Actividad de procesamiento de consumo humano directo	52
2.5.2 Actividad de procesamiento consumo humano indirecto	52
2.5.3 Bahía	52
2.5.4 Carga orgánica	52
2.5.5 Concentración	52

2.5.6	Congelado	52
2.5.7	Curado	53
2.5.8	Estándares de calidad ambiental	53
2.5.9	Efluentes industriales pesqueros	53
2.5.10	Enlatado	53
2.5.11	Emisario submarino	53
2.5.12	Evaluación ambiental de causalidad	54
2.5.13	Límite máximo permisible	54
2.5.14	Macrobentos	54
2.5.15	Modelo Cormix	54
2.5.16	Modelo WRF	55
2.5.17	Pesquería Industrial	55
2.5.18	Sedimento	55
2.5.19	Vertimiento	55
2.5.20	Zona de mezcla	55
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA		57
3.1	Ubicación geográfica	58
3.2	Tipo y diseño de investigación	59
3.2.1	Según el tipo de abstracción	59
3.2.2	Según la naturaleza de los datos	60
3.2.3	Según la manipulación de las variables	60
3.2.4	Según la naturaleza de los objetivos	60
3.3	Unidad de análisis	60
3.4	Población de estudio	61
3.5	Tamaño de la muestra	61
3.6	Selección de la muestra	61
3.7	Técnicas de recolección de datos	62
3.8	Parámetros y métodos de análisis	62
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN		69
4.1	Análisis, interpretación y discusión de resultados	70
4.1.1	Resultados objetivo específico 1	71
4.1.2	Resultados objetivo específico 2	72

4.1.3	Resultados objetivo específico 3	77
4.1.4	Resultados de objetivo específico 4	84
4.1.5	Resultados objetivo específico 5	90
4.1.6	Resultados objetivo específico 6	96
CAPÍTULO V: EXPERIENCIA REGULATORIA		101
CONCLUSIONES		107
-	Respecto de la empatía con el ambiente	108
-	Respecto del cumplimiento del ECA	108
-	Respecto al componente hidrobiológico	109
-	Respecto del modelamiento empleado	109
-	Respecto de los métodos y procedimientos seguidos por el OEFA	110
-	Respecto del cambio de conducta de los administrados y su impacto	111
-	Respecto de la comunicación a entidades competentes en materias vinculantes	113
OPORTUNIDADES DE MEJORA		115
-	Posibles de implementar en el OEFA	116
-	Posibles de implementar por Produce	117
-	Posibles de implementar por los admnistrados	118
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		121
ANEXOS		129
-	Anexo 1	130
-	Anexo 2	138
-	Anexo 3	143
-	Anexo 4	160
-	Anexo 5	161

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

ANA	Autoridad Nacional del Agua
AYG	Aceites y grasas
AWWA	American Water Works Association
CHD	Consumo humano directo
CHI	Consumo humano indirecto
DEAM	Dirección de Evaluación Ambiental
Dicapi	Dirección General de Capitanías y Guardacostas
DGAAMPA	Dirección General de Asuntos Ambientales Pesqueros y Acuícolas
DSAP	Dirección de Supervisión en Actividades Productivas
DFAI	Dirección de Fiscalización, Sanción y Aplicación de Incentivos
EAC	Evaluación ambiental de causalidad
ECA	Estándar de calidad ambiental
EIP	Establecimiento industrial pesquero
Imarpe	Instituto del Mar del Perú
LMP	Límite máximo permisible
Minam	Ministerio del Ambiente
OEFA	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
Produce	Ministerio de la Producción
SST	Sólidos suspendidos totales

PRÓLOGO



El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) se encuentra en una etapa de reflexión regulatoria, en la cual estamos integrando y sistematizando nuestra acción fiscalizadora realizada en el último quinquenio, nuestra capacidad para ser eficientes y eficaces, las limitaciones o restricciones que el marco legal nos plantea, la todavía divorciada relación entre industria-producción y ambiente, la ilegalidad que da paso —casi siempre— al atentado contra la naturaleza y la velocidad de todos los actores para alcanzar el cambio a modelos más amigables con el ambiente.

La labor regulatoria que practica el OEFA a nivel nacional y en múltiples sectores productivos nos permite identificar la voluntad

de las diversas industrias para encontrar y poner en práctica fórmulas que respeten el ambiente y transparenten su desempeño. Esto no debería tener reparos si se trata del aprovechamiento o la explotación de recursos naturales de forma sostenible.

El procesamiento de recursos marinos es el conjunto de operaciones que se realizan después de capturarlos para transformarlos en productos alimentarios diversos. Esta actividad es realizada en la bahía de Paita por ocho empresas a través de sus plantas procesadoras.

La supervisión y la posterior evaluación ambiental realizada por el OEFA entre el 2016 y el 2019 permitieron identificar los impactos en el mar de la bahía Paita

ocasionados por las descargas de aguas residuales industriales sin tratamiento o por estar mal dispuestas, y por el incumplimiento de compromisos, citados en los instrumentos de gestión ambiental (IGA), en todas las plantas industriales de pesca de consumo humano de las zonas industriales I y III de dicha Bahía.

Con el objeto de promover el cumplimiento de las obligaciones ambientales contenidas en los IGA de las plantas industriales de pesca de consumo humano de estas zonas, se puso en marcha una serie de mecanismos regulatorios que permite acuerdos entre el administrado y el fiscalizador mediante acciones de seguimiento y verificación para, en un tiempo prudente, provocar resultados esperados para las partes involucradas.

El presente informe, denominado *Conviviendo con el mar de la bahía de Paita* integra y sistematiza la intervención de los operadores y el

regulador en una zona importante de actividad pesquera en el país, que ya tiene reconocimiento nacional e internacional, y que indudablemente cuenta con proyección de crecimiento.

En el informe será sencillo identificar el esfuerzo del OEFA por fundamentar técnica y científicamente el impacto sobre el ambiente. Este esfuerzo se podrá realizar cada vez mejor con la participación coordinada de los administrados, el ente rector y las entidades adscritas al sector pesca, para plantear objetivamente una ruta de rápido cambio que permita una adecuación efectiva y transparente a fin de resguardar el equilibrio entre la inversión de la actividad económica y la protección ambiental. Además, la sistematización realizada permitirá, a las direcciones de línea de la autoridad de fiscalización ambiental, mejorar el instrumental supervisor y proponer acciones posibles de ser implementadas por administrados similares a nivel nacional y por el ente rector del sector pesca.

Johnny Marchán Peña

Presidente del Consejo Directivo
del OEFA

RESUMEN



El estudio que se presenta en esta publicación fue realizado en el departamento de Piura, provincia y distrito de Paita, específicamente en las zonas industriales I y III. Su objetivo general es evaluar el cumplimiento de (i) los límites máximos permisibles del sector pesca, (ii) las especificaciones técnicas de los emisarios submarinos y (iii) el estado de la calidad del agua de mar, sedimento y comunidad macrobentónica. Todo esto se realizó a partir de la información concluyente de sucesivas acciones de supervisión y evaluación realizadas por el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA).

Los establecimientos industriales pesqueros que operan en las zonas industriales I y III son Seafrost S.A.C., la Marina de Guerra del Perú,

Océano Seafood S.A., la Pesquera Hayduk S.A., la Pesquera Altair S.A.C., la Pesquera Exalmar S.A.A., Industria Atunera S.A.C., e Industrial Pesquera Santa Mónica S.A. Cada uno de estos establecimientos posee su planta pesquera de consumo humano directo. Por eso, los monitoreos ambientales llevados a cabo para el estudio fueron realizados íntegramente en las zonas marinas influidas por las descargas de las aguas residuales de las plantas, ya que todas ellas emplean emisarios submarinos para la disposición final.

Si bien las evaluaciones y acciones de supervisión tienen objetivos propios, específicos e individuales, la oportunidad y el nivel de organización de los administrados del sector pesca en esta zona permitió sistematizar la

información, detectar una realidad no comunicada al OEFA y una voluntad de corrección. Por esa razón, resulta oportuno analizar toda la data posible e informar los resultados a todas las partes interesadas.

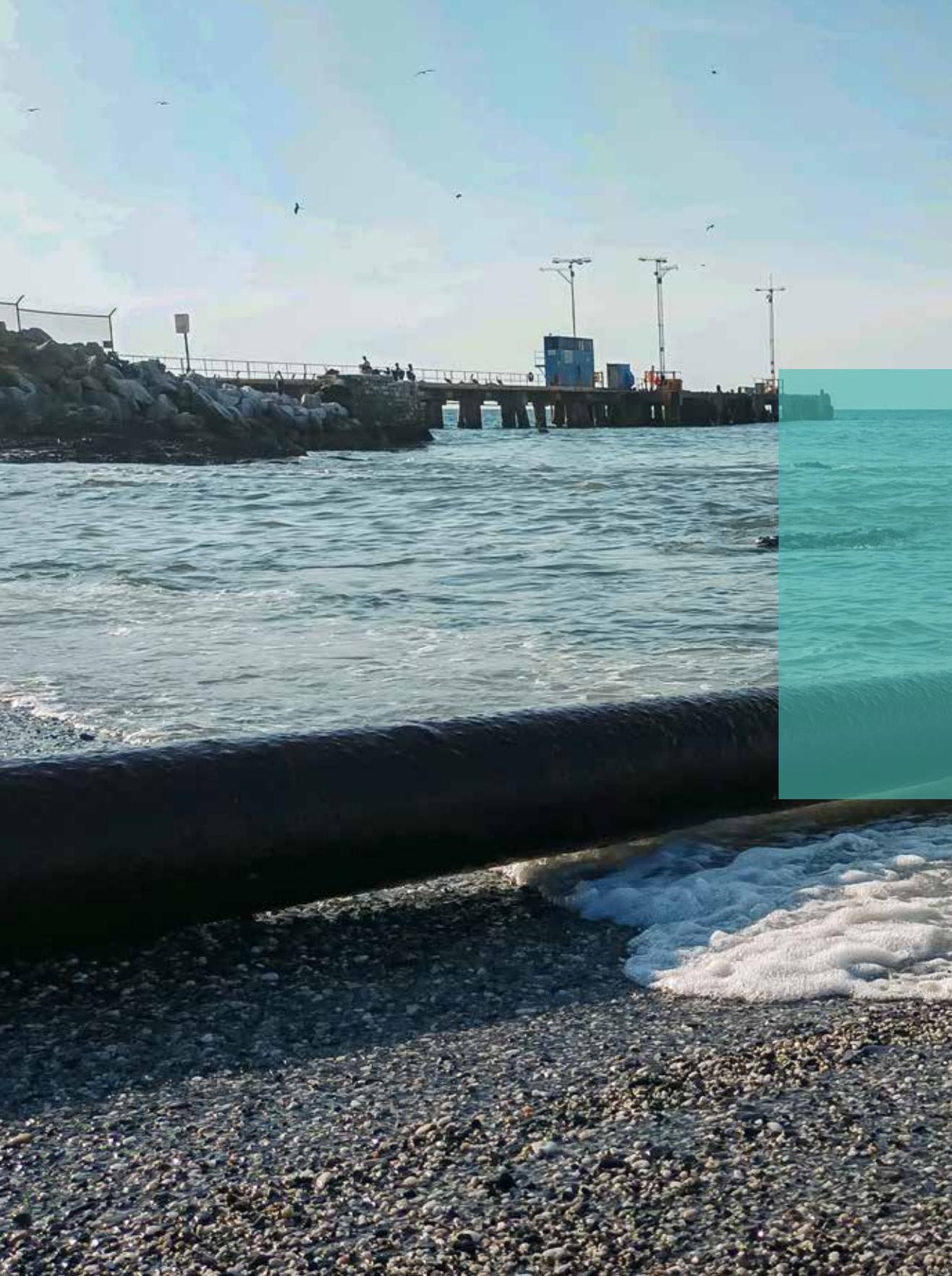
El presente estudio está dividido en cuatro etapas. La primera se denomina identificación de problemática y comprende el trabajo conjunto la Dirección de Supervisión en Actividades Productivas (DSAP) y la Dirección de Evaluación Ambiental (DEAM), quienes durante marzo y abril del 2022 realizaron el reconocimiento de las zonas, dimensionaron el área de influencia, identificaron a los administrados y revisaron información primaria obtenida de los instrumentos de gestión ambiental. La información relacionada con esta fase se desarrolla en los capítulos I y II.

La segunda etapa, denominada evaluación de causalidad, fue llevada a cabo por la DEAM y consistió en el muestreo intenso focalizado en la zona submareal del área del estudio (entorno influido por las descargas de los emisarios submarinos), el cual se llevó a cabo en mayo y junio del 2022. Las metodologías aplicadas se explican en el capítulo III de este documento.

La tercera etapa, llamada determinación del impacto, comprende el análisis y la interpretación de los resultados del monitoreo en efluentes, la calidad del agua en la zona marina y el nivel de cumplimiento de la norma legal vigente. Para ello, se partió de una rigurosa interpretación de la determinación de las zonas de mezcla acorde a las características de los emisarios submarinos, las condiciones ambientales del mar, los comportamientos meteorológicos e hidrográficos, la calidad de cada efluente, las características de sedimentos y macrobentos en la zona, entre otros. La sustentación de los resultados se presenta en el capítulo IV.

La cuarta etapa recoge de manera sistemática la experiencia regulatoria entre los administrados y el OEFA, la identificación de oportunidades de mejora, el proceso de cambio y el resultado obtenido enfocado en el cumplimiento del marco legal ambiental a diciembre del 2022.

Palabras clave: efluentes industriales pesqueros, estándar de calidad ambiental, zona de mezcla, emisarios submarinos, bahía de Paita, regulación ambiental, fiscalización ambiental, impacto ambiental



A coastal scene featuring a dark pebbly beach in the foreground, waves with white foam washing onto the shore, and a vast blue sea extending to the horizon. In the distance, a large blue fishing vessel is visible on the right, and a smaller boat is on the left. The sky is a pale, clear blue. A semi-transparent teal rectangular overlay covers the middle-left portion of the image, containing the text 'I. CONTEXTO' in white.

I. CONTEXTO

1.1 Señales del impacto ambiental negativo en el mar de la bahía de Paita

La bahía de Paita está ubicada en la provincia de Paita, en la parte central y occidental del departamento de Piura, Perú. Presenta un litoral protegido de los vientos provenientes del sureste, debido a su geografía, por lo que sus aguas son relativamente tranquilas. En la actualidad, Paita es considerada un eje de desarrollo de la región Piura porque concentra diversas actividades productivas y turísticas, entre las que destacan la industria pesquera, la industria manufacturera, la extracción de hidrocarburos y las actividades portuarias. Sin embargo, como muchas ciudades costeras del Perú, Paita presenta complejos problemas ambientales, debido al crecimiento de las actividades productivas mencionadas (Cabrera et al., 2005).

Figura 1. Mapa de la bahía de Paita



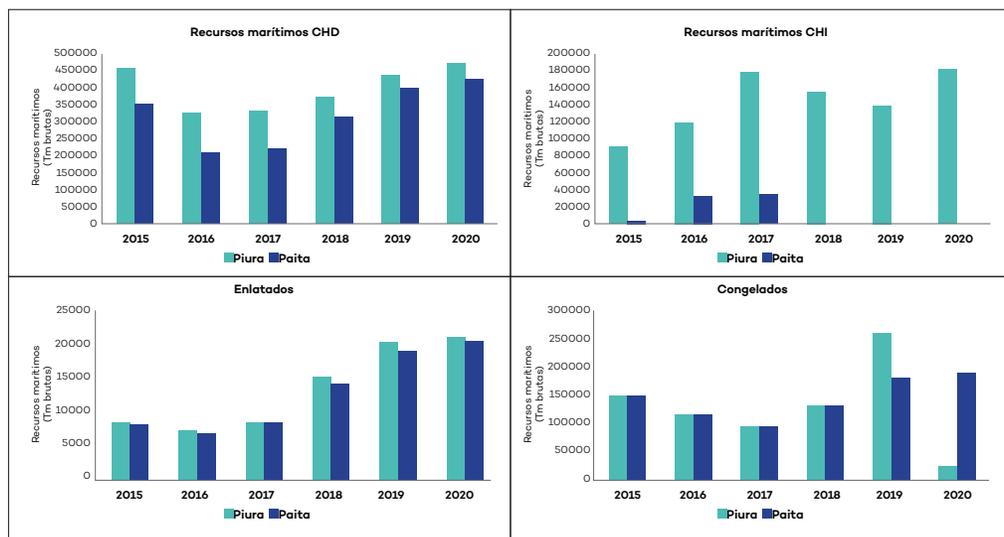
Nota: Tomada de Municipalidad Provincial de Paita (2019). *Diagnóstico de brechas*. Municipalidad Provincial de Paita. <http://munipaita.gob.pe/portal/jdownloads/pmi/diagnostico%20de%20brechas.pdf>

Las aguas costeras de la bahía de Paita frente a las zonas industriales I y III reciben los vertimientos de las aguas residuales de los efluentes industriales pesqueros. Estos vertimientos provienen de las actividades

industriales pesqueras dedicadas al procesamiento de la materia prima para el consumo humano directo (congelado y enlatado). La disposición de las aguas residuales se hace a través de emisarios submarinos cuya longitud llega a la zona submareal de la bahía.

El suministro o abastecimiento de los recursos hidrobiológicos para las plantas procesadoras proviene del mar peruano —no solo del aldeaño a la zona de estudio— y sucede diariamente respetándose los periodos de veda de los recursos fijados por el Ministerio de la Producción (Produce), ente rector del sector pesca. Cabe resaltar que la pota (*Docidicus gigas*) es uno de los recursos hidrobiológicos procesados con mayor intensidad, por lo que su presentación casi generalizada es como pota congelada (ver figura 1).

Figura 2. Registro de desembarques de productos marinos y producción de enlatados y congelados en el departamento de Piura



Nota: Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI] (2021). *Piura compendio estadístico 2021, edición Bicentenario*. INEI.

Si se trata de medir el impacto ambiental que la industria pesquera ejerce sobre el mar de la bahía de Paita, resulta útil hacer medir parámetros como los sedimentos marinos de esta bahía, los cuales se

caracterizan por presentar concentraciones de materia orgánica total (MO) entre 8,6 % y 13,32 %, las más altas en la parte norte de la bahía, frente a punta Colán. Allí el sedimento se caracteriza por presentar un color gris oscuro con olor a sulfuro, con presencia de escamas y restos óseos (Cabrera et al., 2005). Además, frente a la bahía, los sedimentos superficiales tienen características tipo fangoso, compacto (menos compacto al alejarse de la bahía), sin olor y coloración verdusca grisácea (Yupanqui et al., 2011). Sobre el particular, en el 2016, uno de los estudios realizados por la DEAM también reportó concentraciones de materia orgánica entre 13,4 % y 18,7 % frente a la zona industrial (OEFA, 2016).

En el 2017 la DEAM nuevamente, entre sus resultados más relevantes, señaló que las actividades antropogénicas estarían afectando a la comunidad macrobentónica de la bahía de Paita, al confirmarse densidad y diversidad menores en torno a las zonas industriales, a lo cual se deben sumar los resultados del índice de calidad ecológica que evidenciaron una comunidad afectada en torno a las actividades de procesamiento industrial de recursos hidrobiológicos (OEFA, 2017).

La comunidad macrobentónica está conformada por organismos bentónicos mayores a 500 micras, los cuales pueden ser poliquetos de la familia *Spionidae*, *Capitellidae*, *Paraprionospio pinnata*, *Chaetozone sp* y *Mediomastus sp*, entre otros.

Entre el 2017 y el 2018, el Ministerio del Ambiente (Minam) regulaba la actividad pesquera y a nivel nacional se empezó a controlar la calidad de los efluentes de las plantas industriales pesqueras de consumo humano directo a partir de límites máximos permisibles, y el control de la calidad de los cuerpos receptores a través de los estándares de calidad de agua, establecidos en el Decreto Supremo N.º 010-2018-MINAM y el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, respectivamente. A la fecha está pendiente la regulación que proteja a las comunidades macrobentónicas.

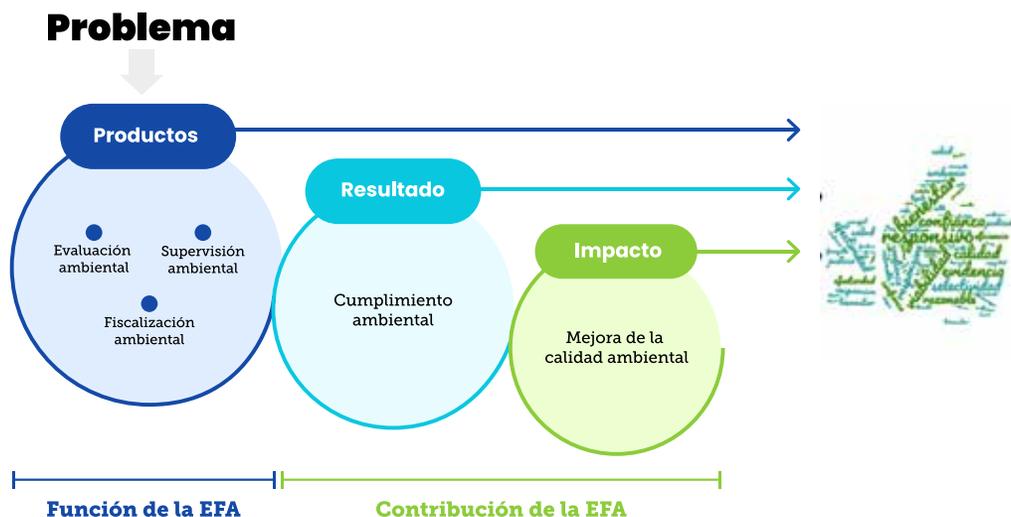
Con parámetros de control regulados, no solo se pudo constatar el impacto ambiental en el mar de la bahía a partir de los estudios realizados por el OEFA los años anteriores, sino que informes publicados por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) en el 2021 dieron cuenta —a partir de los monitoreos de calidad de agua superficial realizados— de bajas concentraciones de oxígeno disuelto en la superficie del mar de Paita, los cuales se encontraban por debajo de 2,5 mg/L, el valor del estándar de calidad ambiental (ECA). Dicha conclusión correspondió a las zonas colindantes a la actividad de procesamiento industrial pesquero, en los puntos de la zona industrial I (punto de seguimiento MPait5) y los puntos de la zona industrial III (puntos de seguimiento MPait2 y MPait3) (Flores y Vega, 2021).

1.2 Acciones regulatorias del OEFA para promover el cumplimiento de compromisos ambientales

1.2.1 Acciones de supervisión en la bahía de Paita

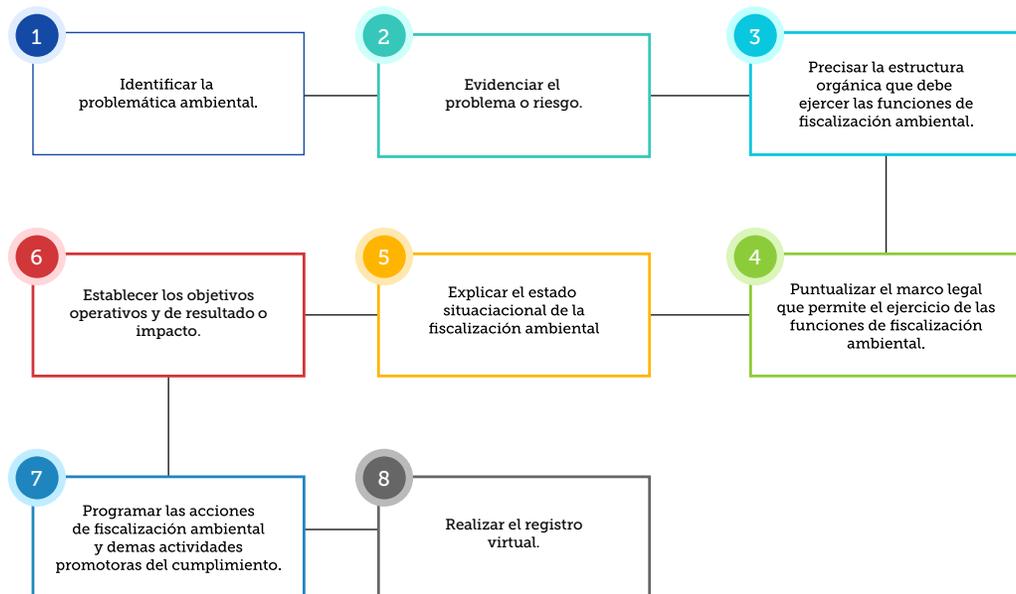
La DSAP, como parte de su función supervisora, tiene por finalidad verificar el cumplimiento de las obligaciones ambientales y promover la subsanación voluntaria de los incumplimientos de dichas obligaciones (Reglamento de Supervisión, 2019, artículo 3). De acuerdo con eso, las acciones de supervisión fueron planificadas en atención al objetivo de impacto planteado en el 2022, teniendo como fuentes de información las acciones de supervisión realizadas entre el 2019 y el 2020 por la DSAP, en las cuales se identificaron como hechos potenciales de las causas de la alteración ambiental de la bahía de Paita a “la falta de implementación del emisorio submarino” (OEFA, 2019a, pp. 2-5, 3-6) y a las “divergencias en la longitud, características técnicas y ubicación distinta a lo propuesto en los estudios ambientales” (OEFA, 2020b, pp. 2-5), “excesos en los Límites Máximos Permisibles-LMP en los parámetros pH y Sólidos Suspendidos Totales-SST”, en aquellas unidades emplazadas en las zonas industriales I y III (OEFA, 2019a, pp. 6-12). Sumado a ello se encuentran las consideraciones señaladas en el punto 1.1 del presente trabajo como antecedentes para las acciones a realizar, cuyos esquemas se representan en la cadena de valor y pasos para la planificación (ver figuras 2 y 3).

Figura 3. Cadena de valor de la fiscalización ambiental



Nota: Tomada de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2019b). *Guía de orientación para el Planefa*. OEFA.

Figura 4. Pasos para la planificación de la fiscalización ambiental



Nota: Tomada de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2019b). *Guía de orientación para el Planefa*. OEFA.

Tomando en cuenta los antecedentes, se priorizaron las obligaciones ambientales dando atención a los componentes de la unidad fiscalizable que conforman el sistema de tratamiento de efluentes industriales, la disposición final a través de los emisarios submarinos y las actividades de muestreo de verificación de cumplimiento de los LMP, las acciones de identificación de características, y las dimensiones de los emisarios submarinos de los ocho administrados ubicados en las zonas industriales I y III de la bahía de Paita. Para ello, la DEAM junto a la DSAP realizó la etapa de reconocimiento. Los resultados de este trabajo se encuentran en los expedientes de supervisión de las acciones realizadas en marzo y abril del 2022.

1.2.2 Evaluaciones de causalidad

De acuerdo con la problemática ambiental advertida, se iniciaron las gestiones con la DEAM, conforme a su competencia funcional que implica realizar la evaluación ambiental de causalidad (EAC), la cual consta de ejecutar acciones técnicas, con la finalidad de establecer la relación causa-efecto entre la alteración de la calidad ambiental y las actividades sujetas a fiscalización ambiental, lo cual, se desarrolla a partir de la identificación de un indicio o evidencia de impacto ambiental negativo (Reglamento de Evaluación, 2020, artículo 24).

Ante ello, la DEAM realizó el reconocimiento de los ocho emisarios submarinos emplazados en las zonas industriales I y III de la bahía de Paita marzo y abril del 2022. Su finalidad fue reconocer las características de los emisarios submarinos y la ubicación de puntos de monitoreo en el mar de la bahía de Paita. Además, en mayo y junio del 2022, se desarrollaron las acciones de monitoreo y la evaluación de los resultados de manera individual en cada informe de causalidad respondiendo a los objetivos planificados. Los resultados se detallan en el capítulo IV del presente estudio.

1.2.3 Coordinaciones con los administrados en el marco de las supervisiones

En virtud de los hechos verificados entre los meses de marzo y abril del 2022, y ante el incumplimiento relacionado con la posición y las características de los emisarios submarinos, se invitó a reuniones de manera personalizada a los administrados pesqueros cuya información obra en los expedientes de la DSAP (OEFA, 2022). De manera resumida, se detallan las coordinaciones en la siguiente tabla:

Tabla 1. Coordinaciones con los administrados en el marco de las supervisiones

N.º	Administrado	Tema de la reunión	Fecha de la reunión	Documento generado
1	Industria Atunera S.A.C	Promoción del cumplimiento	23.3.2022	Acta de Reunión Digital N.º 022-2022-OEFA/DSAP-CPES
2	Industria Atunera S.A.C	Promoción del cumplimiento	29.3.2022	Acta de Reunión Digital N.º 023-2022-OEFA/DSAP-CPES
3	Industrial Pesquera Santa Mónica S.A.	Promoción del cumplimiento	4.4.2022	Acta de Reunión Digital N.º 024-2022-OEFA/DSAP-CPES
4	Pesquera Altair S.A.	Promoción del cumplimiento	6.4.2022	Acta de Reunión Digital N.º 025-2022-OEFA/DSAP-CPES
5	Seafrost S.A.	Promoción del cumplimiento	20.7.2022	Acta de Reunión Digital N.º 039-2022-OEFA/DSAP-CPES
6	Seafrost S.A.	Promoción del cumplimiento	8.8.2022	Acta de Reunión Digital N.º 043-2022-OEFA/DSAP-CPES
7	Pesquera Exalmar S.A.	Promoción del cumplimiento	8.11.2022	Acta de Reunión Digital N.º 056-2022-OEFA/DSAP-CPES
8	Pesquera Exalmar S.A.A	Acuerdo de cumplimiento	12.12.2022	Acta de Acuerdo de Cumplimiento N.º 012-2022/OEFA/DSAP-CPES-AC
9	Pesquera Exalmar	Promoción del cumplimiento	14.4.2023	Acta de Acuerdo de Cumplimiento N.º 013-2023/OEFA/DSAP-CPES-AC

Nota: Elaboración propia

Considerando los hallazgos de la presente investigación, en el capítulo V se detallan los compromisos asumidos por el administrado para mejorar su desempeño ambiental con la finalidad de convivir de la mejor forma posible con el ecosistema de la bahía de Paita.

1.3 Formulación del problema

1.3.1 Problema general

¿Cuál es el impacto ambiental provocado por los vertimientos de efluentes industriales pesqueros de consumo humano directo en el mar de la bahía de Paita, región de Piura, Perú, durante el periodo de marzo a junio del 2022?

1.3.2 Problemas específicos

- ¿Cuál es el grado de cumplimiento de los LMP de los efluentes de las industrias pesqueras de consumo humano directo y su relación de causalidad e impacto ambiental en el mar de la bahía de Paita, durante el periodo de marzo a junio del 2022?
- ¿Cuál es el grado de influencia del diseño e instalación de los emisarios submarinos de los establecimientos industriales pesqueros de consumo humano directo y su relación de causalidad e impacto ambiental en el mar de la bahía de Paita frente a las zonas industriales I y III, durante el periodo de marzo a abril del 2022?
- ¿Es la variación de la calidad del agua y sedimento alrededor de los emisarios submarinos de los establecimientos industriales pesqueros de consumo humano directo un indicador de causalidad e impacto ambiental en el mar de la bahía de Paita frente a las zonas industriales I y III, durante el periodo de mayo a junio del 2022?
- ¿En qué medida la dispersión de los contaminantes presentes en los efluentes de los establecimientos industriales pesqueros de consumo humano directo dispuestos mediante sus respectivos emisarios submarinos se pueden convertir en un indicador de causalidad e impacto ambiental en el mar de

la bahía de Paita frente a las zonas industriales I y III, durante periodo de marzo a junio del 2022?

- ¿Cuál es el comportamiento de la comunidad macrobentónica del mar de la bahía de Paita frente a las zonas industriales I y III en torno a los emisarios submarinos de los establecimientos industriales pesqueros de consumo humano directo y su pertinencia como indicador de causalidad e impacto ambiental, durante periodo de mayo a junio del 2022?
- ¿En qué medida el marco regulatorio del OEFA puede influenciar positivamente en el progresivo cumplimiento ambiental y la aplicación de los instrumentos de gestión ambiental entre los administrados del sector industrial de pesca de consumo humano de la bahía de Paita?

1.4 Justificación de la investigación

La investigación aplicada busca analizar la intervención del OEFA en la bahía de Paita y el comportamiento de un grupo de administrados del sector pesca, ante el hallazgo de incumplimiento de normas ambientales exigibles, partiendo del análisis de la información colectada en evaluaciones, acciones de supervisión y fiscalización, para sistematizar lo actuado y clarificar estrategias regulatorias y compromisos empresariales, así como planes de acción y seguimiento, orientados a superar la problemática y concretar un cambio de conducta.

Esta investigación aplicada permitirá analizar la problemática en dos dimensiones. La primera dimensión está relacionada con la ciencia y explica la interrelación de los administrados pesqueros y la naturaleza colindante a sus establecimientos, y la transición de un escenario de incumplimiento normativo a otro de cumplimiento. Por otro lado, la segunda dimensión se centra en la relación positiva fiscalizador-administrado, empleando instrumental regulatorio que permite aceptar compromisos, hacer seguimientos y valorar acciones concretas que conducen a cumplir compromisos ambientales.

De esta manera, la investigación también prevé la obtención de información concreta para que las autoridades certificadoras ambientales conozcan cómo pueden impactar en los efluentes de la actividad pesquera industrial de consumo humano directo en el medio marino de la bahía de Paita. Además, esta investigación contribuye al reconocimiento de dónde y cómo se encuentran emplazados los componentes de las unidades fiscalizables evaluadas (emisarios submarinos), y provee de información técnica que permite esclarecer la causalidad de la afectación en el mar de la bahía de Paita a partir del vertimiento de los efluentes industriales pesqueros de la actividad de procesamiento de consumo humano directo de las zonas industriales I y III.

1.5 Objetivos de la investigación

1.5.1 Objetivo general

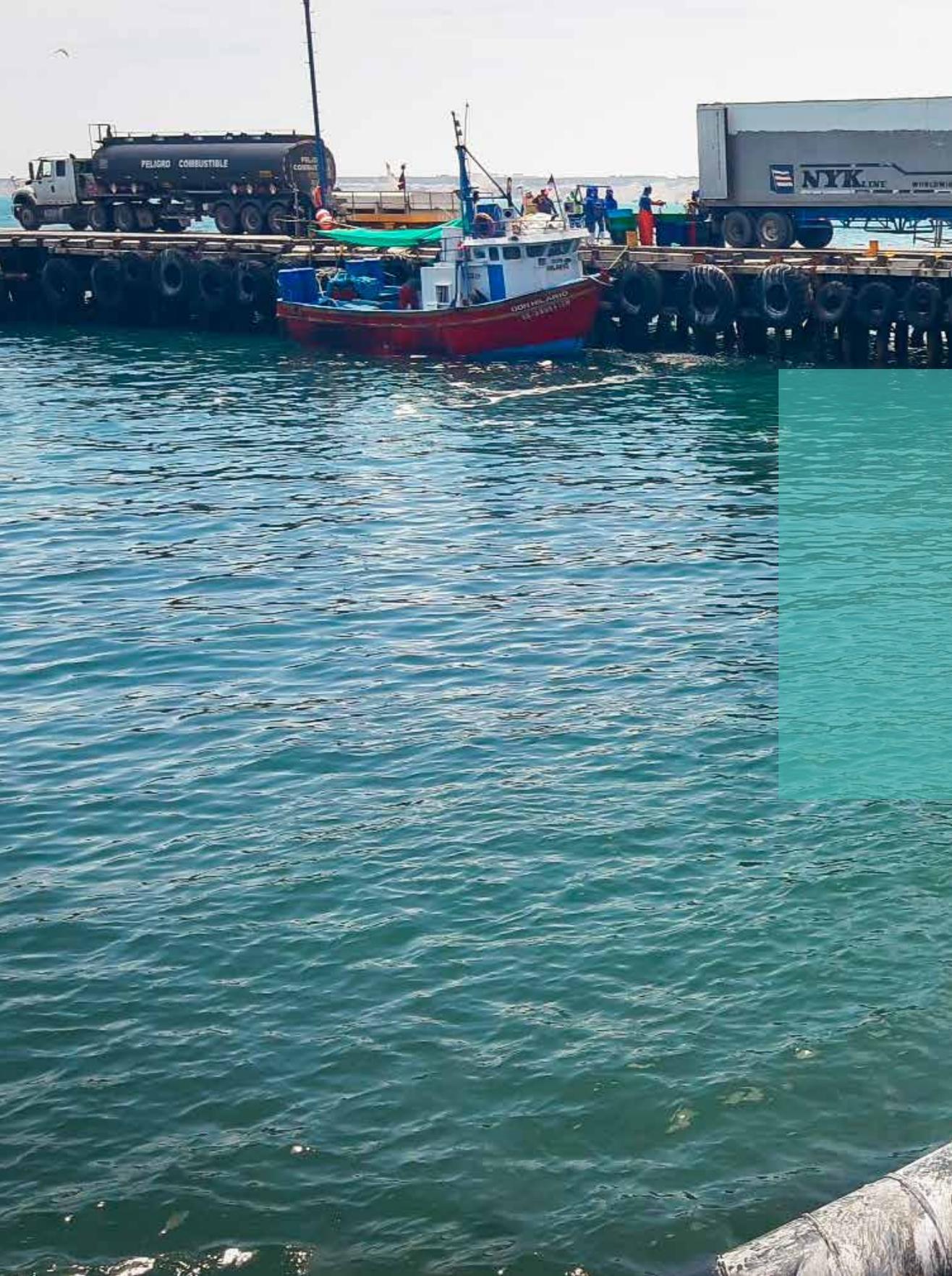
Evaluar los efluentes industriales pesqueros de consumo humano directo, vertidos como aguas residuales de la actividad pesquera industrial de consumo humano directo de las zonas industriales I y III de la bahía de Paita, región de Piura, Perú, durante el periodo de marzo a junio del 2022

1.5.2 Objetivos específicos

- Evaluar el grado de cumplimiento de los LMP de los efluentes de las industrias pesqueras de consumo humano directo, e indagar su relación de causalidad e impacto ambiental en el mar de la bahía de Paita, durante el periodo de marzo a junio del 2022
- Evaluar el grado de influencia del diseño y la instalación de los emisarios submarinos de los establecimientos industriales pesqueros de consumo humano directo y su relación de causalidad e impacto ambiental en el mar de la bahía de Paita frente a las zonas industriales I y III, durante el periodo de marzo a abril del 2022

- Determinar la variación de la calidad del agua y sedimento alrededor de los emisarios submarinos de los establecimientos industriales pesqueros de consumo humano directo, y su utilidad como indicador de causalidad e impacto ambiental en el mar de la bahía de Paita frente a las zonas industriales I y III, durante el periodo de mayo a junio del 2022
- Evaluar si la dispersión de los contaminantes presentes en los efluentes de los establecimientos industriales pesqueros de consumo humano directo dispuestos mediante sus respectivos emisarios submarinos puede convertirse en un indicador de causalidad e impacto ambiental en el mar de la bahía de Paita frente a las zonas industriales I y III, durante periodo de marzo a junio del 2022
- Evaluar el comportamiento de la comunidad macrobentónica del mar de la bahía de Paita frente a las zonas industriales I y III, en torno a los emisarios submarinos de los establecimientos industriales pesqueros de consumo humano directo y su pertinencia como indicador de causalidad e impacto ambiental, durante el periodo de mayo a junio del 2022
- Evaluar el uso de instrumental regulatorio del OEFA para influenciar positivamente en el progresivo cumplimiento de la normatividad ambiental y los instrumentos de gestión ambiental entre los administrados del sector industrial de pesca de consumo humano de la bahía de Paita





II. MARCO TEÓRICO



2.1 Estudios realizados en el mar de la bahía de Paita

En el 2005 se realizó la evaluación ambiental de la bahía de Paita, publicada en la *Revista del Instituto de Investigación FIGMMG-Universidad Nacional Mayor de San Marcos*. El estudio tuvo como objetivo elaborar un diagnóstico ambiental territorial de la bahía de Paita, que incluya el entorno urbano de la ciudad de Paita y obtuvo los siguientes resultados:

La zona de estudio está ubicada entre las Puntas Colán y Telégrafo en la provincia de Paita, departamento de Piura (latitud $05^{\circ} 04' 45''$ y longitud $81^{\circ} 06' 21''$). El litoral de la bahía de Paita se caracteriza por presentar trece plantas industriales dedicadas al procesamiento industrial de recursos hidrobiológicos, entre las que destaca la industria de harina de pescado. Frente a Colluz existen vertederos de residuos líquidos que bajan por una quebrada. Estos residuales sin tratamiento provienen de plantas de procesamiento de actividades de congelado y conservas de pescado. También, existen colectores urbanos provenientes de la zona norte de Paita. El muelle de ENAPU se caracterizó por albergar actividades de transporte marítimo; sin embargo, los residuales de las sentinas de los barcos llegan al agua de mar, lo que incrementa el deterioro de las aguas. Entre las plantas procesadoras de pescado con más alto volumen de producción destacaron Hayduk, Del Mar, Pepesca y Austral. Estas plantas cuentan con sistemas de recuperación de residuales líquidos limitados, que no son eficaces cuando la producción pesquera se encuentra en pleno proceso industrial, es decir, continuamente. Además, se ubican más al norte el Centro de Entrenamiento Pesquero, entidad dedicada a la investigación, la capacitación y los servicios de comercialización y congelado que originan residuales al cuerpo receptor (mar).

Respecto a los parámetros evaluados, se precisó que los sedimentos marinos se caracterizaron por presentar concentraciones de materia orgánica total (MOT) entre 8,6 % y 13,32 %, que las concentraciones de MOT más altas se ubicaron en la parte norte de la bahía, frente

a Punta Colán. Estas muestras de sedimento se caracterizaron por presentar un color gris oscuro con olor a ácido sulfhídrico, con presencia de escamas y restos óseos.

Los flujos de las corrientes marinas al interior de la bahía presentan flujos de sur a norte y se forman núcleos de aguas en el centro de la bahía y en la parte sur, concordantes con masas de agua con índices de contaminación determinada.

Durante octubre del 2003, se realizó un segundo muestreo de la calidad ambiental de las playas de la bahía con los siguientes resultados: frente a Colluz, la temperatura superficial fue 18,3 °C y la concentración de oxígeno llegó a 3,90 ml/l. La DBO5 llegó a 6,72 mg/l y las concentraciones de nitritos, fosfatos y silicatos estuvieron en 1,22 µg at/l, 1,55 µg at/l y 3,95 µg at/l, respectivamente.

Frente a la Empresa EPS Paita, las condiciones ambientales del agua de mar alcanzaron una temperatura superficial de 18 °C. Además, se registró 10 mg/l en la DBO5 y valores de nitritos, fosfatos y silicatos en 0,82 µg at/l, 2,35 µg at/l y 25,40 µg at/l, respectivamente. Por otro lado, frente al muelle de la planta pesquera Hayduk se registraron los más bajos valores de oxígeno (3,65 ml/l) y los más bajos valores de nutrientes. Finalmente, el estudio determinó que “la bahía de Paita es tratada como un receptor de vertimientos de efluentes líquidos y urbanos, y de residuos sólidos, ocasionando que la calidad de sus aguas se vea disminuida” (Cabrera et al., 2005, pp. 14-18).

Posteriormente en el 2010, Imarpe, en el marco de la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS), publicó el “Informe sobre el estado del ambiente marino del Perú” durante 2008 (febrero), 2009 (octubre) y 2010 (mayo y agosto). El objetivo del informe fue difundir la actualización de las condiciones del medioambiente marino y costero del Perú, en cumplimiento de la decisión N.º 2 aprobada, el 22 de enero del 2010, en la XVI Reunión Plenaria de la Autoridad General del Plan de Acción, para la elaboración

del Informe Nacional del Estado del Ambiente Marino y Costero en el marco del Programa CONPACSE III (Imarpe, 2010).

Dicho informe identifica que los principales puertos que reciben los buques tanques petroleros son ocho. El mayor número de naves atendidas en el 2009 se presentó en el Puerto del Callao con el 68 % de movimiento de buques, Paita con el 9,73 % y Matarani con el 8.12 %, y predominaron las naves de tipo porta contenedores y buques tanques. Asimismo, en el desembarque de invertebrados destaca la pota (*Dosidiscus gigas*), que desde el 2002 hasta el 2009, es la especie que representó casi el 98 % de la captura en esta zona. En cuanto al desembarque de peces, en el 2000, 2008 y 2009, destacan la anchoveta (*Engraulis ringens*) y el perico (*Coryphaena hippurus*). Por otro lado, en el 2009 y el 2010, resalta la anchoveta blanca (*Anchoa nasus*). Cabe resaltar que para la evaluación realizada se utilizó el “Protocolo de Monitoreo de Aguas residuales y cuerpo marino receptor R.M. 003-2002-PE”.

Las evaluaciones de la calidad del agua de mar en la bahía de Paita se efectuaron en el 2008 (febrero), 2009 (octubre) y 2010 (mayo y agosto). La presencia de los coliformes totales y termotolerantes estuvo la mayoría de las veces por debajo de la norma vigente del ECA de agua de mar para la categoría 2, subcategoría 2 (extracción y cultivos de otras especies hidrobiológicas): $ECA \leq 30 \text{ NMPx100 mL}$.

En mayo del 2010 se presentaron valores altos, por encima de la normativa vigente, al norte de la bahía y cerca de donde se descargan las aguas domésticas tratadas. De los coliformes totales y fecales en la zona intermareal y submareal de la bahía de Paita, las concentraciones más altas se encuentran por encima de los ECA de agua ya mencionados. Están en las áreas del muelle de ex-Inrepa (hoy CNC S.A.C.) y del Muelle Fiscal ($2,4 \times 10^4 \text{ NMPx100mL}$, en ambos casos). Cabe resaltar que la descarga de origen urbano es la principal causante de la contaminación por bacterias enteropatógenas de la bahía de Paita.

La evaluación de la carga orgánica mediante la determinación de la DBO5, en agua superficial de mar, fue de 15,57 mg/L (2008) en su máxima concentración y de 4,82 mg/L (2010), lo cual no superó la normatividad vigente para la categoría 2, subcategoría 2 de extracción de recursos hidrobiológicos (ECA de 10 mg/L). En cuanto a la demanda bioquímica de oxígeno en cinco días (DBO5), los valores encontrados son bastante bajos. Se presenta un máximo de 7,35 mg/L (2008), 3,12 mg/L (2009) y 4,98 mg/l (2010), los cuales se encuentran por debajo de los ECA de aguas vigentes en el país.

Respecto a los resultados, el informe señala que la bahía de Paita soportó una alta carga orgánica y microbiológica que impacta notoriamente sus playas; sin embargo, tiene una alta capacidad asimilativa de las cargas contaminantes, considerando que las altas concentraciones de contaminación solo se encuentran en la línea costera (zona de mezcla del vertimiento con el agua de mar) (Imarpe, 2010).

En el 2021, la ANA informó los resultados del monitoreo de calidad de agua superficial en la bahía de Paita, ejecutado del 23 al 27 de noviembre del 2020. Las actividades de monitoreos emplearon los criterios técnicos y lineamientos generales descritos en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, aprobado por Resolución Jefatural N.º 010-2016-ANA, el cual es de uso obligatorio a nivel nacional.

Para la evaluación de los resultados de los parámetros de calidad de agua seleccionados, dicha autoridad consideró la clasificación de los cuerpos de agua, establecida en la Resolución Jefatural N.º 030-2016-ANA y los estándares de calidad ambiental para agua, establecidos en el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM.

Asimismo, se realizó la actualización de la identificación de fuentes contaminantes (IFC) en la zona marina costera de Paita del 12 al 13 de noviembre del 2020, siguiendo los lineamientos establecidos en la

Resolución Jefatural N.º 136-2018-ANA. Al respecto, se identificó un total de veintidós fuentes contaminantes, todas ellas de origen antropogénico, de las cuales dieciocho corresponden a residuos sólidos; dos, a aguas residuales; y dos, a sustancias descargadas *in situ*. Los puntos de interés de la bahía de Paita relacionados con la actividad pesquera se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 2. Categoría de agua de mar

N.º	CATEGORÍA	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS UTM WGS 84 ZONA 17 SUR		COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
				Este	Norte	Latitud	Longitud
1	Categoría 2: Actividades de extracción y cultivo marino costeras y continentales, Subcategoría C3: Otras actividades, actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras	MPait2	Frente a Pesquera Exalmar	483 337	9 439 150	5° 4'26.53"S	81° 9'1.19"O
2		MPait3	Frente a Pesquera Santa Emma	484 061	9 439 370	5° 4'19.37"S	81° 8'37.68"O
3		MPait5	Frente a Empresa Conservera de las Américas	486 241	9 439 739	5° 4'7.37"S	81° 7'26.87"O

Nota: Tomada de Flores, J. y Vega, J. (2021). *Monitoreo de la calidad de los recursos superficiales en la bahía de Paita año 2020* (Informe Técnico N.º 16-2021-ANA-AAA-JZ-ALA-CHI- AT/EJFF).

Los resultados de estos tres puntos identificaron que el parámetro de oxígeno resuelto poseía valores por debajo del estándar ambiental, el cual es mayor o igual (\geq) a 2,5 mg/l, así tenemos que el MPait2 posee un valor de 2,47 mg/l, el valor de MPait3 es 2,28mg/l y el MPait5 posee un valor de 2,39 mg/l.

En base a los resultados, los especialistas concluyen que existen bajas concentraciones de oxígeno disuelto en la superficie del mar por debajo del ECA, en las zonas colindantes a la actividad de procesamiento industrial pesquero, en los puntos de las zonas industriales I (punto de seguimiento MPait5) y III (puntos de seguimiento MPait2 y MPait3), zonas de influencia directa e indirecta de las actividades productivas (Flores y Vega, 2021).

2.2 Estudios realizados por el OEFA

En el 2016, la DEAM presentó el informe titulado “Evaluación ambiental de la bahía de Paita durante el año 2016”, a fin de atender la problemática definida como “presunta contaminación ambiental por las actividades del sector industrial pesquero e hidrocarburífero” (OEFA, 2016, pp. 13-14, 22-29, 90-91).

La actividad pesquera es la segunda vocación productiva fundamental de la provincia de Paita. Comprende las acciones de extracción y acondicionamiento (curado, congelado) de los productos hidrobiológicos para la exportación y el consumo racional. La localización física de estas actividades se encuentra en la ciudad puerto de Paita y las caletas de Colán, Yacila, La Islilla y La Tortuga principalmente.

Para el reconocimiento de la problemática ambiental que estaría afectando a la bahía de Paita, se identificaron las siguientes actividades extractivas: la pesca artesanal y la pesca industrial. La actividad productiva industrial de los establecimientos industriales pesqueros (EIP) del puerto de Paita se encuentra distribuida en las zonas industriales de Paita I, II y III, y en la actividad productiva de hidrocarburos. A continuación, se presenta información que sirvió para determinar los puntos de monitoreo:

Tabla 3. Plantas de procesamiento de recursos hidrobiológicos (congelado y enlatado), ubicadas en la bahía de Paita

N.º	Industrias	Planta	Actividad específica
1	Armadores y Congeladores del Pacífico S.A. -ARCOPA	Paita	Congelado
2	CNC S.A.C.	Paita	Congelado
3	Conserva de las Américas S.A.	Paita	Enlatado y congelado
4	Corporación de Congelados y Conservas del Perú S.A.C.	Paita	Congelado
5	Costa Mira S.A.C.	Paita	Congelado
6	Distribuidores, Exportadores Importadores S.R.L. DEXIM	Paita	Congelado
7	Estación Naval de Paita	Paita	Congelado
8	Exportadora CETUS S.A.C.	Paita	Congelado
9	Freeko Perú S.A.C.	Paita	Congelado
10	Friomar S.A.C.	Paita	Enlatado y congelado
11	Industria Atunera S.A.C.	Paita	Congelado
12	Industria Pesquera Santa Mónica S.A.	Paita	Congelado
13	Inversiones Holding Perú S.A.C.	Paita	Congelado
14	M.I.K. Carpe S.A.C.	Paita	Congelado
15	Pacific Freezing Company S.A.	Paita	Congelado
16	Peruvian Sea Food S.A.	Paita	Congelado
17	Pesquera ABC S.A.C.	Paita	Congelado
18	Pesquera Hayduk S.A.	Paita	Congelado
19	Pesquera Ribaud S.A.	Paita	Congelado
20	Refrigerados Fisholg & Hijos S.A.C.	Paita	Congelado
21	Sakana del Perú S.A.	Paita	Congelado
22	Seafrost S.A.C.	Paita	Congelado

Nota: Tomada de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2016). Evaluación ambiental de la bahía de Paita durante el año 2016 (Informe N.º 122-2016-OEFA/DE-SDLB-CEAI).

Tabla 4. Plantas de procesamiento de harina de pescado ubicadas en la bahía de Paita

N.º	Industrias	Planta	Actividad específica
1	Armadores y Congeladores del Pacífico S.A. - ARCOPA	Paita	Harina residual
2	CNC S.A.C.	Paita	Harina residual
3	Conserva de las Américas S.A.	Paita	Harina y aceite de pescado de ACP
4	Corporación de congelados y conservas del Perú S.A.C.	Paita	Harina residual
5	Distribuidores, exportadores importadores S.R.L. DEXIM	Paita	Harina residual
6	Eco Proye Perú S.A.C. - COPROSAC	Paita	Harina residual
7	Estación Naval de Paita	Paita	Harina residual
8	Friomar S.A.C.	Paita	Harina residual
9	Import Export Pesca y Acuicultura S.R.L.	Paita	Harina residual
10	Industria Atunera S.A.C.	Paita	Harina residual
11	Industria Pesquera Santa Mónica S.A.	Paita	Harina residual
12	Nutrifish S.A.C.	Paita	Harina residual
13	Pacific Freezing Company S.A.	Paita	Harina residual
14	Peruvian Sea Food S.A.	Paita	Harina residual
15	Pesquera ABC S.A.C.	Paita	Harina ACP
16	Proveedora de Productos Marinos S.A.C.	Paita	Harina residual
17	Seafrost S.A.C.	Paita	Harina residual

Nota: Tomada de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2016). Evaluación ambiental de la bahía de Paita durante el año 2016. (Informe N.º 122-2016-OEFA/DE-SDLB-CEA).

La actividad de la pesca artesanal abarca toda la bahía de Paita. Se desarrolla predominantemente en La Islilla, Yacilla, Puerto Nuevo, Colán y La Tortuga, y comprende un total de 7 929 ha. Cabe resaltar que la pesca artesanal contamina a través de residuos sólidos, ya que no cuenta con buenas prácticas para su disposición.

El alcance de la evaluación abarca a aquellos componentes ambientales de la bahía de Paita que podrían verse influenciados por actividades cuya fiscalización es de competencia directa del OEFA y otras que converjan en la bahía. La fase de campo se llevó a cabo del 20 al 28 de febrero del

2016, en la época de veda, y se evaluó el componente agua, sedimento y fitoplancton.

Los componentes ambientales evaluados en la salida de campo fueron:

- i. Agua continental (4 puntos)
- ii. Agua de mar (12 puntos en ambiente intermareal, 47 puntos en ambiente submareal)
- iii. Sedimentos (11 puntos en ambiente intermareal, 47 puntos en ambiente submareal)
- iv. Hidrobiología (47 puntos en ambiente submareal)

Tabla 5. Puntos de monitoreo y su clasificación según las categorías de la ANA

Ambiente evaluado	Puntos de monitoreo	Categoría establecida por la ANA	Abreviatura
Submareal	BP-17, BP-18, P-19, BP-20, BP-21, BP-22, BP-24	Categoría 1-B: aguas superficiales destinadas para la recreación, subcategoría B1: contacto primario	ECA 1B (B1)
Intramareal	P-03, P-04, P-05, P-06, P-07, P-08, P-12, P-13, P-14, P-15		
Submareal	BP-01, BP-02, BP-03, BP-04, BP-05, BP-06, BP-07, BP-08, BP-09, BP-10, BP-11, BP-12, BP-13, BP-14, BP-15, BP-16, BP-23, BP-25, BP-26, BP-27, BP-28, BP-29, BP-30, BP-31, BP-32, BP-33, BP-34, BP-35, BP-36, BP-37, BP-38, BP-39, BP-40, BP-41, BP-42, BP-43, BP-44, BP-45, BP-46	Categoría 2: agua de mar, subcategoría C3: (otras actividades)	ECA 2 (C3)
Intramareal	P-01, P-02		
Submareal	BP-47 y BP-48	Categoría 2: agua de mar, subcategoría C2: extracción y cultivos de otras especies hidrobiológicas	ECA C2 (C2)
Río Chira	RCH-01, RCH-02, RCH-03, RCH-04	Categoría 1-A: aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, subcategoría A2: aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	ECA C1 (A2)

Nota: Tomada de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2016). *Evaluación ambiental de la bahía de Paita durante el año 2016.* (Informe N.º 122-2016-OEFA/DE-SDLB-CEAI).

Para la toma de muestras de calidad de agua de mar y agua continental, se consideró el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos superficiales, aprobado con la Resolución Jefatural N.º 010-2016-ANA. En los casos, en los cuales no fue posible identificar la termoclina como indica el protocolo, la toma de muestras se realizó a nivel medio de la columna de agua, siempre y cuando se superen los diez metros de profundidad. Esto con el fin de obtener más información sobre la variación en la distribución de los posibles contaminantes en la columna de agua. En el ambiente submareal, la colecta de muestras se hizo con el uso de una botella de Niskin de cinco litros de capacidad; el instrumento abierto fue sumergido hasta la profundidad deseada, donde se activó el mecanismo de cierre para capturar el agua de mar. Las muestras fueron colectadas y preservadas dentro de recipientes, de acuerdo con las indicaciones del laboratorio encargado del análisis. En el ambiente intermareal y agua continental, la colecta de muestras se realizó mediante toma directa del cuerpo de agua, con los recipientes proporcionados por el laboratorio.

Para la toma de muestras de sedimentos marinos, debido a que en el 2016 no existía un protocolo nacional de este componente, se tomó como referencia el Manual del Programa del Monitoreo Costero del Proyecto GEF-RECAR del Programa Ambiental del Caribe-PNUMA (sección 5.5. del mencionado manual).

Para el caso del monitoreo de la comunidad fitoplanctónica, se utilizó de manera referencial la metodología descrita en “Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater. 22st Edition -2012.10200-B Plankton. Sample Collection”.

De acuerdo con los resultados relevantes, las principales fuentes que afectarían la calidad ambiental de la bahía son los vertimientos y las actividades ligadas a la pesca. Sin embargo, serían los vertimientos de origen desconocido los que tendrían una mayor influencia en la degradación de la calidad del agua, sobre todo por su cercanía en el ambiente intermareal. Además, este factor afectaría la calidad del

ambiente submareal, pero de una manera menos evidente. Otro factor importante para tomar en cuenta son las corrientes marinas en la zona interna de la bahía, las cuales propiciarían la retención y distribución de los contaminantes que puedan afectar la bahía de Paita.

La condición del agua en el ambiente intermareal de la bahía de Paita muestra la existencia de parámetros que incumplen el ECA para agua en la categoría 1-B(B1). Entre estos parámetros se encuentran oxígeno disuelto, coliformes termotolerantes, coliformes totales, aluminio, boro y hierro. Para el zinc se superó el ECA para el agua de la categoría 2 (C3) en el punto P-01. Es importante mencionar que se presentaron concentraciones de aceites y grasas en algunos puntos, pero no se pudieron comparar con el ECA para agua, debido a que el estándar para dicho parámetro y categoría se presenta de forma cualitativa (ausencia o presencia de película visible).

El ambiente intermareal presentaría mayor afectación en los puntos de monitoreo P-05, P-06, P-07 y P-08, debido al mayor número de parámetros (aluminio, hierro y coliformes totales) que incumplieron los valores establecidos en el ECA para agua categoría 1-B (B1), distribuidos en esta área (zona industrial II). Esto se debería a su ubicación próxima a los vertimientos de origen desconocido, los cuales se descargan directamente al mar. Además, el punto P-03, ubicado próximo al desembarcadero de Puerto Nuevo, presentó las mayores concentraciones para el parámetro aceites y grasas. Esto se debe principalmente a las actividades de pesca artesanal realizadas en la zona.

La condición del agua en el ambiente submareal de la bahía de Paita muestra la existencia de parámetros que incumplen el ECA para agua en las categorías 1-B (B1) y C2 (C3), entre ellos se encuentran el oxígeno disuelto (presente en la mayoría de los puntos), los sólidos suspendidos totales, los coliformes termotolerantes, el aluminio, el boro, el fósforo, el hierro y el zinc. Por lo tanto, la zona que presenta mayor afectación en el ambiente submareal sería la zona interna de la bahía de Paita (grupos B y C), próxima a las zonas industriales I, II y III. Esto estaría relacionado con la intensa actividad pesquera de la zona.

Respecto a los sedimentos en el ambiente intermareal de la bahía de Paita, se obtuvo el cadmio total como el único parámetro que excedió las pautas de la “Guía provisional de calidad de sedimentos” (ISQG por sus siglas en inglés). Esta guía canadiense fue tomada como referencia en los puntos de monitoreo P-5, P-6, P-7 y P-8, los cuales están ubicados en zonas de playa en el ámbito del muelle de la empresa CNC S.A.C. (zona industrial II). Ante ello, la fuente se presenta como desconocida de este parámetro.

Las condiciones ambientales de los sedimentos en el ambiente submareal —en comparación al ambiente intermareal en esta zona de la bahía— presentaron más parámetros que incumplieron los valores de la guía canadiense tomada como referencia, entre ellos tenemos: cadmio, arsénico, zinc y cobre, distribuidos principalmente entre los puntos de monitoreo pertenecientes a los grupos A y B ubicados frente a las zonas industriales I y III. Adicionalmente a estos parámetros, se registraron concentraciones de mercurio (que superaron lo establecido en la guía mencionada), pero solo en dos puntos de monitoreo (BP-48 y BP-36) a lo largo de toda la bahía de Paita. Estos puntos estuvieron ubicados geográficamente en lugares distintos (zona A y E), por lo cual no se pudo establecer alguna relación que indique su procedencia

Finalmente, la comunidad de fitoplancton evidenció densidades (abundancia) bajas, mientras que la riqueza estuvo dentro de los valores normales encontrados anteriormente en la zona; además, su distribución se vería afectada por la relación entre las concentraciones de n-nitratos, silicio, magnesio, manganeso, molibdeno, temperatura y oxígeno disuelto. Asimismo, el grupo dominante fue diatomeas, en especial *Pseudo-nitzschia sp.*, que sería formadora de floraciones algales nocivas, la cual se presentó en altas densidades, con una distribución aleatoria, en algunos puntos de monitoreo; sin embargo, estas altas densidades no estarían asociadas a las actividades desarrolladas en la bahía (OEFA, 2016)

Asimismo, en el 2017, la DEAM presentó un informe titulado “Informe complementario de evaluación ambiental de la comunidad macrobentónica en la bahía de Paita durante la temporada de veda de 2016”, debido a

que en el 2016 solo se consideró un monitoreo en temporada de veda de la pesca industrial, por lo que, en el 2017, se esperaba encontrar a la comunidad macrobentónica en mejores condiciones a fin que esta información sirva para futuros estudios durante la temporada de pesca. El componente ambiental evaluado es el hidrobiológico, específicamente la comunidad macrobentónica (OEFA, 2017).

La evaluación de las comunidades hidrobiológicas comprendió la colecta de muestras en 35 puntos de monitoreo. Dichos puntos se establecieron siguiendo los mismos criterios considerados en el componente de agua expuestos en el Informe N.º 122-2016-OEFA/DE-SDLB-CEAI, basados en el “Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales” de la ANA.

En la siguiente tabla se presentan los 35 puntos de monitoreo, así como sus respectivas coordenadas. Además, se muestran las zonas en las que fueron distribuidas dichos puntos: la zona sur de la bahía ubicada frente a Yacila (ZS); la zona marina frente a las zonas industriales 1, 11 y 111 (ZI1, ZI2 y ZI3); la zona central (ZC); y la zona norte (ZN) de la bahía, ubicadas en el ambiente submareal marino frente al distrito costero de San Lucas de Colán.

Tabla 6. Puntos de monitoreo de hidrobiología en el ambiente submareal de la bahía de Paita

Zonas	Código de puntos de monitoreo	Descripción	Coordenadas UTM WGS 84, Zona 17M	
			Este (m)	Norte (m)
ZC	BP-13	A 1,3 km al noroeste de Planta Pesquera Industria Atunera	491 699	9 441 403
ZC	BP-24	A aproximadamente a 0,84 km al noroeste de Planta Pesquera Industria Atunera	491 827	9 440 604
ZC	BP-25	A aproximadamente a 0,12 al este del efluente Runapesca	485 972	9 442 229
ZC	BP-26	A aproximadamente a 3,5 km al noreste de la residencial 488 983 9 441 344 Naval	488 983	9 441 344
ZC	BP-27	A aproximadamente a 5,7 km al noreste de la residencial 490 983 9 442 352 Naval	490 983	9 442 352
ZC	BP-28	A aproximadamente a 5,6 km al noreste de la residencial Naval	489 271	9 443 796
ZC	BP-32	A aproximadamente a 2,1 km sur oeste de la playa de Colán	490 938	9 445 390
ZC	BP-33	A aproximadamente a 1,2 km frente a playa de Colán	492 007	9 443 820
ZI1	BP-07	A aproximadamente a 0,33 km al norte de la Residencial Naval	486 471	9 439 376
ZI1	BP-08	A aproximadamente a 0,2 km al costado sur del muelle de la Residencial Naval	486 639	9 438 950
ZI1	BP-09	A aproximadamente a 0,33 km al frente norte de Puerto Nuevo	487 351	9 439 305
ZI1	BP-11	A aproximadamente a 1,24 km al sureste del muelle Industrial de Paita	487 981	9 439 786
ZI1	BP-12	A aproximadamente a 2,6 km al frente norte del muelle Industrial de Paita	486 963	9 440 398
ZI3	BP-01	A 2,7 km al noroeste de Planta Pesquera Industria Atunera	482 616	9 440 928

Zonas	Código de puntos de monitoreo	Descripción	Coordenadas UTM WGS 84, Zona 17M	
			Este (m)	Norte (m)
ZI3	BP-02	A 1,3 km al noroeste de Planta Pesquera Industria Atunera	482 959	9 439 399
ZI3	BP-03	A aproximadamente a 0,84 km al noroeste de Planta Pesquera Industria Atunera	483 448	9 439 136
ZI3	BP-04	A aproximadamente a 0,12 km al este del efluente Runapesca	483 988	9 438 996
ZI3	BP-05	A aproximadamente a 0,4 km al norte de la Planta Pesquera Industria Atunera	484 279	9 439 245
ZI3	BP-06	A aproximadamente a 1,2 km al noreste de la Residencial Naval	84 934	9 440 339
ZI2	BP-14	A aproximadamente a 1,7 km al norte del muelle de la pesquera CNC	490 540	9 440 424
ZI2	BP-15	A aproximadamente a 1,25 km al noroeste muelle de la empresa CNC	489 943	9 439 868
ZI2	BP-16	A aproximadamente a 1,1 km al noroeste muelle de la empresa CNC	489 525	9 439 062
ZI2	BP-17	A aproximadamente a 1,15 km al oeste del muelle de la empresa CNC	489 434	9 438 594
ZI2	BP-18	A aproximadamente a 0,75 km al oeste del muelle de la empresa CNC	489 857	9 438 572
ZI2	BP-19	A aproximadamente a 0,46 km al oeste del muelle de la empresa CNC	490 150	9 438 681
ZI2	BP-20	A aproximadamente a 0,27 km al norte del muelle de la empresa CNC	490 406	9 438 997
ZI2	BP-22	A aproximadamente a 0,58 km al noroeste del muelle de la empresa CNC	490 406	9 438 997

Zonas	Código de puntos de monitoreo	Descripción	Coordenadas UTM WGS 84, Zona 17M	
			Este (m)	Norte (m)
ZI2	BP-23	A aproximadamente a 1,5 km al noreste del muelle de la empresa CNC	491 174	9 440 137
ZN	BP-30	A aproximadamente a 3,3 km en paralelo de la playa de Colán	489 967	9 449 207
ZN	BP-31	A aproximadamente a 2,1 km sur oeste del punto 30	489 025	9 447 280
ZN	BP-34	A aproximadamente a 0,8 km al frente de la playa Colán	491 908	9 446 413
ZN	BP-37	A aproximadamente a 2,2 km al frente de las instalaciones de la empresa Olympic Perú INC	484 991	9 454 240
ZN	BP-38	A aproximadamente a 3,3 km al frente de las instalaciones de la empresa Olympic Perú INC	485 973	9 452 262
ZN	BP-39	A aproximadamente a 5 km al sur de las instalaciones de la empresa Olympic Perú INC	487 987	9 451 191
ZS	BP-48	A aproximadamente a 1,1 km al noreste del punto de monitoreo BP-47	481 730	9 433 867

Nota: Tomada de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2017). *Informe complementario de evaluación ambiental de la comunidad macrobentónica en la bahía de Paita durante la temporada de veda de 2016* (Informe N° 013-2017-OEFA/DE-SDLB-CEAPIA).

El monitoreo se realizó utilizando como referencia la metodología descrita en *Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater. 22st Edition – 2012*, empleando concretamente la sección “1 0500 - B. Benthic macroinvertebrates Sample Collection”. Para la colecta de macrobentos, cuyo hábitat es el sedimento marino, se utilizó una draga tipo Van Veen de acero inoxidable con un área de muestreo de 0,05 m². La muestra recuperada fue tamizada con la ayuda de un tamiz de 500 µm. Luego, el contenido fue vertido en envases y fijados en formalina con una concentración de 7%v/v. Posteriormente, se realizaron las cadenas de custodia respectivas y las muestras fueron analizadas por especialistas en taxonomía de macrobentos marinos del OEFA. Cabe mencionar que las muestras de macrobentos se

tomaron por triplicado en cada punto de monitoreo, lo cual es recomendado para la evaluación de la mencionada comunidad.

El criterio de análisis de la comunidad de macrobentos se basó en el cálculo de diferentes parámetros comunitarios, tales como composición taxonómica, riqueza y abundancia de especies, índices de diversidad alfa (i.e. diversidad verdadera y dominancia de Simpson) e índices de diversidad beta. El cálculo de todos los parámetros comunitarios se realizó con el *software* PAST 3.1. Adicionalmente, se realizó la evaluación de la calidad ecológica de la comunidad macrobentónica mediante el cálculo del índice AMBI. El cálculo de dicho índice fue realizado a través el *software* libre AMBI v5.0.

Los resultados fueron los siguientes: la comunidad macrobentónica analizada en el presente trabajo fue muestreada durante el periodo de veda, por lo que se esperarí obtener una comunidad en un buen estado; la riqueza de especies promedio hallada en el presente estudio (i.e. 21 especies) fue mayor a la determinada anteriormente por el Instituto del Mar del Perú (Imarpe) (i.e. 13 especies); y la densidad promedio por punto de monitoreo fue similar a lo determinado anteriormente en la bahía (aproximadamente 1300 ind/m²) por Yupanqui et al. (2011).

La abundancia y riqueza de especies en la bahía de Paita fue distinta a lo determinado en otras bahías del litoral peruano. Respecto a la riqueza de especies, esta fue mayor a lo determinado en bahías de costa central como Ferrol, Callao, Ancón o Independencia. En cambio, la abundancia fue menor a lo reportado en dichas bahías. Lo expuesto anteriormente se puede explicar por la ubicación de la bahía de Paita, la cual está localizada en una zona de transición entre las provincias biogeográficas Panameña y Peruana, donde se puede notar la influencia de aguas tropicales y aguas frías, lo que incrementa la riqueza de especies.

Con relación a la composición de especies, durante este estudio la dominancia en abundancia y frecuencia para el grupo *polychaeta* fue

diferente a lo determinado en estudios anteriores por el Imarpe en el 2007. Esto puede deberse a la variabilidad de la comunidad bentónica de la zona, la cual es afectada recurrentemente por los fenómenos El Niño y La Niña, así como por la descarga de los ríos presentes en el litoral.

Respecto a la dominancia, se observaron valores bajos para la mayoría de las estaciones evaluadas, lo cual indica una distribución equitativa de especies presentes en la comunidad macrobentónica dentro de la bahía. Sin embargo, en algunos puntos de monitoreo (i.e. BP-07, BP-08 y BP-15), la dominancia fue alta, lo que evidenció cierto desequilibrio en la comunidad. Respecto a los valores de diversidad verdadera, se reportaron valores altos para este parámetro; además, los valores de diversidad de Hill 1 fueron inversos a lo reportado para la dominancia.

La diversidad beta mostró una baja similitud entre las estaciones de la bahía. Esto puede deberse a la variabilidad ambiental en la bahía, como a los diferentes tipos de sustrato, profundidad, zonas con mayor cantidad de materia orgánica o zonas con mayor impacto antropogénico. Al respecto, mediante las pruebas estadísticas (Anosim) aplicadas, se logró determinar que existe diferencia significativa entre las zonas cercanas a la actividad pesquera industrial (es decir, ZI1, ZI2 y ZI3) y las zonas con menor actividad antrópica (es decir, ZN, ZC y ZS). Esto indica que la estructura y composición de la comunidad macrobentónica es diferente entre los grupos analizados. Además, estas diferencias indicarían un posible efecto de las actividades antrópicas sobre los mencionados organismos marinos. Se debe resaltar que la zona con mayor afectación pertenece a la zona industrial I, la cual presentó diferencias significativas, incluso comparada con las zonas industriales II y III. Además, es importante observar que en la ZI1 se encontró una menor abundancia y número de especies, así como una mayor dominancia, lo que da indicios de un estado deteriorado de la comunidad en esta zona de la bahía.

Los valores del AMBI encontrados para la bahía de Paita sugieren que se encuentra en condiciones no afectadas, con un estado de salud ecológica bueno en la mayor parte de la bahía. Sin embargo, la ZI1 presentó

condiciones fuertemente perturbadas y una calidad ecológica de moderada a mala, teniendo en cuenta los valores cualitativos asignados al índice. Estos resultados son corroborados por lo hallado en el análisis de la estructura comunitaria; por ejemplo, la riqueza, en la cual se observaron valores más bajos del número de especies frente a las zonas industriales, con un mayor énfasis en la ZI1.

Los grupos ecológicos dominantes en la zona central (ZC) y norte (ZN) de la bahía fueron los grupos ecológicos I y II (organismos poco tolerantes a perturbaciones ambientales). Esto contrasta con la presencia de un alto porcentaje de individuos pertenecientes al grupo ecológico V, asociado principalmente a la ZI1, lo que indicaría una afectación por parte de los administrados ubicados en esta zona. Además, se encontró la presencia de especies pertenecientes a los grupos ecológicos III y IV en las zonas industriales II y III de la bahía, donde la calidad ecológica fue moderada a buena. Sin embargo, se debe tener en cuenta que la evaluación se realizó en la temporada de veda, época con las mejores condiciones para la presencia de macroinvertebrados, lo cual puede variar cuando empiece la temporada de pesca y ocasionar un disturbio en el ambiente de la comunidad bentónica.

En cuanto a la relación con los parámetros ambientales, se determinó que existió una fuerte relación, en general, entre los parámetros bióticos y abióticos ($p < 0,05$). Cabe resaltar que los valores elevados de materia orgánica y sulfuros y los valores bajos de oxígeno favorecieron la dominancia de los oligoquetos en los puntos de monitoreo cercanos a la ZI1, lo que evidenció una calidad ambiental y ecológica deteriorada para esta zona. Al respecto, se aprecia que, en condiciones de hipoxia, es común encontrar oligoquetos de la familia *tubificidae* con dominancia de más del 80 %. Algunos de los cuales se encuentran en simbiosis con bacterias subcuticulares, las cuales les permiten estar adaptados a sobrevivir bajo estas severas condiciones.

Por otro lado, la dominancia de los poliquetos *Nephtys impressa* y *Owenia collaris*, así como el cnidario *Actiniaria ND* se asociaron a condiciones

buenas. Estas se encuentran ligadas a un bajo contenido de materia orgánica y alta concentración de oxígeno. Estos organismos están representados por los puntos de monitoreo ubicados en la zona norte de la bahía, lo cual corrobora lo antes mencionado.

Finalmente, el estudio concluyó precisando que las actividades antropogénicas realizadas en la bahía estarían afectando a la comunidad macrobentónica, por lo que se evidenció densidad y diversidad menores en el entorno de las zonas industriales de la bahía de Paita. Este hecho es corroborado con el análisis de la calidad ecológica, que resalta la afectación de la comunidad macrobentónica frente a la ZI1, la cual obtuvo valores malos según el índice AMBI. Por otro lado, si bien la ZI2 y la ZI3 presentaron una afectación moderada según el mismo índice, esta situación podría verse agravada durante la temporada de pesca.

Otra conclusión indica que el análisis de correspondencia canónica demostró que los parámetros ambientales que tuvieron mayor influencia sobre las especies dominantes en términos de abundancia y frecuencia son los sulfuros, la materia orgánica total, el oxígeno disuelto (todo ellos relacionados con la actividad pesquera), la temperatura y la salinidad (OEFA, 2017).

2.3 Marco legal

El numeral 58.1 del artículo 58 de la Ley N.º 28611, Ley General del Ambiente, establece que los ministerios y sus respectivos organismos públicos, así como los organismos regulatorios o de fiscalización, ejercen funciones y atribuciones ambientales sobre las actividades y materias señaladas en la ley.

Si como resultado de las acciones de supervisión y fiscalización de las obligaciones establecidas en el instrumento de gestión ambiental aprobado se determinase que los impactos ambientales negativos

generados difieren de manera significativa a los declarados en la documentación que propició la certificación ambiental, la autoridad en materia de supervisión, fiscalización y sanción ambiental, que ejerce funciones en el ámbito del SEIA, requerirá al titular la ejecución de medidas administrativas o acciones de manejo ambiental que resulten necesarias para mitigar y controlar sus efectos, sin perjuicio de dictar requerimientos sobre el instrumento de gestión ambiental aprobado, para su actualización o modificación, según corresponda conforme a lo dispuesto por la autoridad competente, en el plazo y las condiciones que indique de acuerdo con la legislación vigente. Esta condición no exceptúa la eventual determinación de responsabilidad administrativa del titular del proyecto, en el marco de un procedimiento administrativo sancionador.

En función a ello y como resultado del desarrollo de una supervisión orientada a riesgos, la optimización del proceso de supervisión, el mérito de la supervisora o el supervisor no solo se encuentran en identificar incumplimientos, sino fundamentalmente en lograr que el administrado ajuste su conducta a lo previsto en la regulación. Cuanto antes suceda esto, menor será el riesgo o daño ambiental causado.

A partir de ello, las distintas direcciones de supervisión empezaron a emitir resoluciones con medidas administrativas en todos los casos pertinentes para controlar el riesgo o daño ambiental lo antes posible. A estas medidas, cuyo incumplimiento está sujeto a multas coercitivas, se suman los denominados acuerdos de cumplimiento, que tratan de minimizar aun más los costos de lograr la corrección de las conductas y promover el compromiso voluntario de los administrados.

Las medidas administrativas y los acuerdos de cumplimiento son estrategias del OEFA que propician en forma eficaz el cumplimiento de las obligaciones ambientales fiscalizables de los administrados, lo cual se verifica con el nivel de cumplimiento alcanzado. Por eso, es necesario realizar un seguimiento adecuado de verificación de las medidas administrativas y los compromisos contenidos en los acuerdos de cumplimiento en función a los plazos otorgados, y efectuar una revisión

periódica del ejercicio de la función de supervisión ambiental, dado que se pueden identificar oportunidades de mejora y optimización.

2.3.1 Normas de referencia

- a) Constitución Política del Perú, promulgada el 29 de diciembre de 1993
- b) Ley N.º 28611, Ley General del Ambiente, promulgada el 13 de octubre del 2005
- c) Ley N.º 27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental, promulgada el 23 de abril del 2001
- d) Decreto Legislativo N.º 1078, que modifica la Ley N.º 27447, Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (en adelante, SEIA), promulgada el 28 de junio del 2008
- e) Decreto Supremo N.º 019-2009-MINAM, que aprueba el Reglamento de la Ley del SEIA, promulgada el 25 de setiembre del 2009
- f) Ley N.º 29325, que aprueba la Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental, promulgada el 04 de marzo del 2009
- g) Ley N.º 29338, Ley de Recursos Hídricos
- h) Decreto Supremo N.º 028 DE/MGP, que aprueba el Reglamento de la Ley de Control y Vigilancia de las Actividades Marítimas, Fluviales y Lacustres, promulgado el 25 de mayo del 2001
- i) Resolución Directoral N.º 0052-96-DCG, que aprueba Lineamientos para el Desarrollo de Estudios de Impacto Ambiental, relacionados con los efectos que pudiera causar la evacuación de residuos por toberías a los cuerpos de agua
- j) Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, que aprueba los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establece disposiciones complementarias para su aplicación, promulgado el 07 de junio del 2017

- k) Resolución Jefatural N.º 030-2016-ANA, que aprueba la Clasificación del Cuerpo Marino – Costero, promulgada el 25 de enero del 2016
- l) Resolución Jefatural N.º 010-2016-ANA, que aprueba el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, promulgada el 11 de enero del 2016
- m) Resolución Ministerial N.º 271-2020-PRODUCE, que aprueba el Protocolo para el Monitoreo de Efluentes de los Establecimientos Industriales Pesqueros de Consumo Humano Directo e Indirecto, promulgada el 13 de agosto del 2020
- n) Decreto Supremo N.º 010-2018-MINAM, que aprueba los Límites Máximos Permisibles para Efluentes de los Establecimientos Industriales Pesqueros de Consumo Humano Directo e Indirecto, promulgado el 30 de setiembre del 2018
- o) Resolución de Consejo Directivo N.º 002-2012-OEFA-CD, que aprueba los aspectos que son objeto de transferencia del Ministerio de la Producción al Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental – OEFA en materia ambiental del sector pesquería y determina la fecha en que el OEFA asumirá las funciones de seguimiento, vigilancia, supervisión, fiscalización, control y sanción en esta materia ambiental
- p) Resolución de Consejo Directivo N.º 006-2019-OEFA/CD, que aprueba el Reglamento de Supervisión del OEFA, promulgada el 17 de febrero del 2019
- q) Resolución de Consejo Directivo N.º 013-2020-OEFA/CD, que aprueba el Reglamento de Evaluación del OEFA, promulgada el 17 de julio del 2020
- r) Resolución Jefatural N.º 108-2017-ANA, Guía para la determinación de la zona mezcla y la evaluación del impacto de un vertimiento de aguas residuales tratadas a un cuerpo natural de agua

2.4 Instrumentos de gestión ambiental de los administrados

Las actividades productivas predominantes en las zonas de estudio corresponden al consumo humano directo, entre las que destaca el congelado y el enlatado, y, como actividad accesoria, la producción de la harina residual. Para analizar estas actividades productivas, se cuenta con instrumentos de gestión ambiental aprobados por el Ministerio de la Producción, tal como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 7. Detalle de instrumentos de gestión ambiental y actividades por administrado

N.º	Administrado	Actividad	Zona industrial	Instrumento de gestión	Fecha de aprobación
1	Seafrost S.A.C	Congelado-enlatado	I	ITS	7.3.2019
2	Océano Seafood S.A.	Congelado-harina residual	I	EIA	17.3.2007 ⁽ⁱ⁾
3	Marina de Guerra	Harina residual	I	ITS	22.2.2019
4	Pesquera Hayduk S.A.	Congelado	I	EIA	10.9.2019
5	Pesquera Altair S.A.C	Congelado-harina residual	III	EIA	29.11.2007 ⁽ⁱⁱ⁾
6	Industrial Pesquera Santa Mónica S.A.	Congelado-harina residual	III	EIA	16.8.2016
7	Industria Atunera S.A.C.	Congelado-harina residual	III	PMA	31.5.2010
8	Pesquera Exalmar S.A.A	Congelado-harina residual	III	EIA	6.8.2021

Nota: (i) Elaboración propia. (ii) En la actualidad cuenta con certificado ambiental aprobado para el incremento de capacidad instalada.

2.5 Glosario

A continuación, se presentan las definiciones de las terminologías más importantes de la presente investigación:

2.5.1 Actividad de procesamiento de consumo humano directo

Actividad dedicada al procesamiento de recursos hidrobiológicos que, luego de ser procesados, son consumidos directamente por los seres humanos. A esta categoría pertenecen los procesos de congelado, enlatado y curado.

2.5.2 Actividad de procesamiento de consumo humano indirecto

Actividad dedicada al procesamiento de recursos hidrobiológicos que, luego de ser procesados, son consumidos indirectamente por los seres humanos. A esta categoría pertenece el proceso de harina y aceite de pescado y harina residual.

2.5.3 Bahía

Formación causada por la entrada del mar, océano o lago en la costa, rodeada por tierra, con una apertura de extensión considerable que permite la renovación de sus aguas.

2.5.4 Carga orgánica

Medida que representa la masa del contaminante por unidad de tiempo que es vertida por una corriente residual. Comúnmente se expresa en t/año, t/día o kg/día.

2.5.5 Concentración

Unidad de sustancia en relación con un volumen determinado que la contiene, el cual puede ser agua, aire o suelo. Se expresa en unidades de masa entre volumen para agua (mg/L), aire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) y suelo (mg/kg).

2.5.6 Congelado

Proceso mediante el cual los recursos hidrobiológicos son tratados y seleccionados para su posterior conservación a muy bajas temperaturas. Dependiendo de las características del producto final, es posible procesar el congelado de productos cocidos o crudos.

2.5.7 Curado

Proceso de conservación y sazonado de productos hidrobiológicos mediante la adición de combinaciones de sal, nitratos o nitritos.

2.5.8 Estándares de calidad ambiental

Establecen los niveles de concentración de elementos o sustancias presentes en el ambiente que no representan riesgos para la salud y el ambiente. En el Perú existen cinco tipos de estándares de calidad ambiental: estándares para agua, estándares para aire, estándares para suelo, estándares para ruido y estándares para radiaciones no ionizantes.

2.5.9 Efluentes industriales pesqueros

Aguas residuales generadas de las actividades productivas y limpieza de las unidades pesqueras, que presentan contaminantes como materia orgánica expresada en DBO5, aceites y grasas, y sólidos en suspensión. También, puede haber detergentes y desinfectantes presentes en las corrientes de aguas residuales después de su aplicación durante las actividades de limpieza y laboratorio en las instalaciones donde utilizan diversas sustancias químicas, como detergentes ácidos, alcalinos y neutros, y desinfectantes.

2.5.10 Enlatado

Actividad que está orientada a fabricar productos dependiendo de su presentación en filete, trozos y grated con líquidos de gobiernos en agua y sal en un envase que permite su conservación prolongada en el tiempo. En el sector pesquería se producen enlatados de diversos recursos como caballa, anchoveta, jurel, entre otras especies.

2.5.11 Emisario submarino

Ducto que de acuerdo con la necesidad tiene diferentes longitudes. Es una opción para la disposición final de los efluentes

residuales (pesqueros, domésticos y otros de origen orgánicos) previamente tratados. Debe ser instalado bajo estudios técnicos científicos para determinar la velocidad de las corrientes marinas, densidad del agua de mar a diferentes profundidades, temperatura, batimetría del fondo marino y la orientación de las corrientes. Estos parámetros permitirán obtener una dispersión efectiva de los contaminantes.

2.5.12 Evaluación ambiental de causalidad

Se realiza mediante acciones técnicas, con la finalidad de establecer la relación causa-efecto entre la alteración de la calidad ambiental y las actividades sujetas a fiscalización ambiental. Se desarrolla a partir de la identificación de un indicio o evidencia de impacto ambiental negativo.

2.5.13 Límite máximo permisible

Es la medida de la concentración o grado de elementos, sustancias, parámetros físicos, químicos y biológicos que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente (Decreto Legislativo N.º 1055, que modifica los artículos 32, 42, 43 y 51 de la Ley N.º 28611, Ley General del Ambiente).

2.5.14 Macrobentos

Organismos que viven en el fondo de una columna de agua y son visibles a simple vista. En algunos esquemas de clasificación, estos organismos miden más de 1 mm; en otro, la dimensión más pequeña debe ser de al menos 0,5 mm.

2.5.15 Modelo Cormix

Modelo numérico para el análisis, la predicción y el diseño de vertidos líquidos, contaminantes o no contaminantes, en medios acuosos. El modelo reproduce la forma de la pluma de vertido en la proximidad del efluente que es el campo más cercano.

2.5.16 Modelo WRF

Modelo meteorológico mesoescalar de pronóstico y asimilación de datos, que se utiliza tanto para la correcta comprensión e investigación, como en la predicción meteorológica de mesoescala.

2.5.17 Pesquería industrial

Actividad de procesamiento industrial destinada a utilizar recursos hidrobiológicos para obtener productos elaborados o preservados, predominando el uso de maquinaria y equipos en lugar del trabajo manual. Esta actividad se realiza en unidades de producción (plantas pesqueras) que requieren mayor inversión y que, por su capacidad, pueden generar impactos ambientales negativos moderados.

2.5.18 Sedimento

Depósitos de partículas insolubles que se han acumulado en el fondo de los mares.

2.5.19 Vertimiento

Evacuación deliberada de desechos u otras sustancias al ambiente.

2.5.20 Zona de mezcla

Volumen de agua en el cuerpo receptor donde se logra la dilución del vertimiento por procesos hidrodinámicos y de dispersión, sin considerar otros factores, además del decaimiento bacteriano, la sedimentación, la asimilación en materia orgánica y la precipitación química.





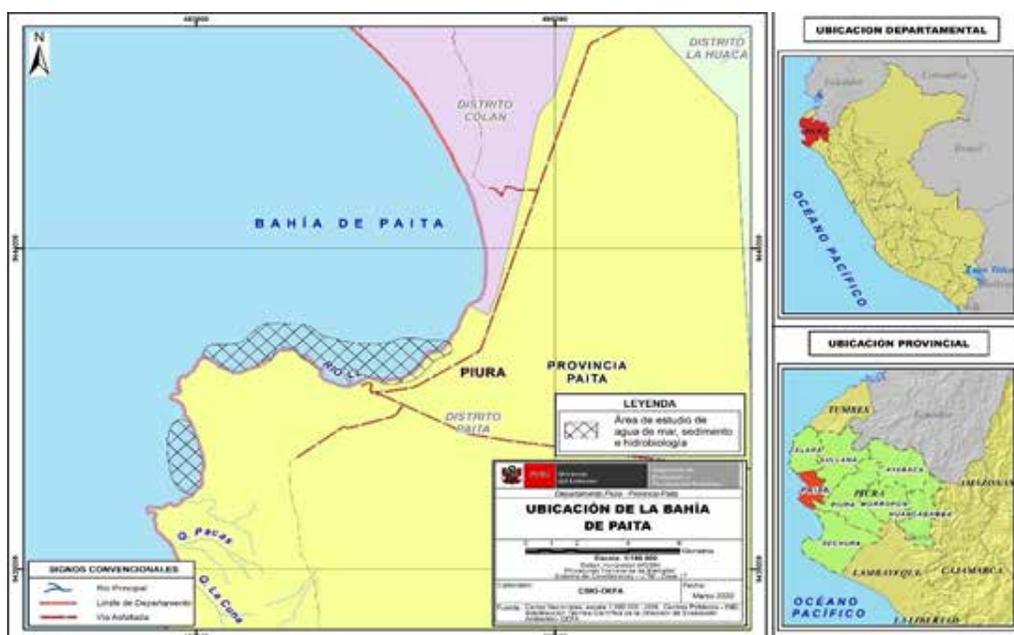
III. METODOLOGÍA

3.1 Ubicación geográfica

La bahía de Paita se encuentra ubicada en el distrito y provincia de Paita en el departamento de Piura (ver figura 5). “Biogeográficamente se ubica en la provincia del Pacífico este tropical dentro de la ecorregión de Guayaquil” (Spalding et al., 2007).

Las masas de agua presentes en la bahía son las aguas ecuatoriales Superficiales (AES), estas pueden alcanzar desde los 0 m hasta 40 m de profundidad, con temperaturas mayores a los 20 °C y salinidades que fluctúan entre 33,8–34,8 psu (Graco et al., 2007, p. 117-128).

Figura 5. Mapa de ubicación de la bahía de Paita

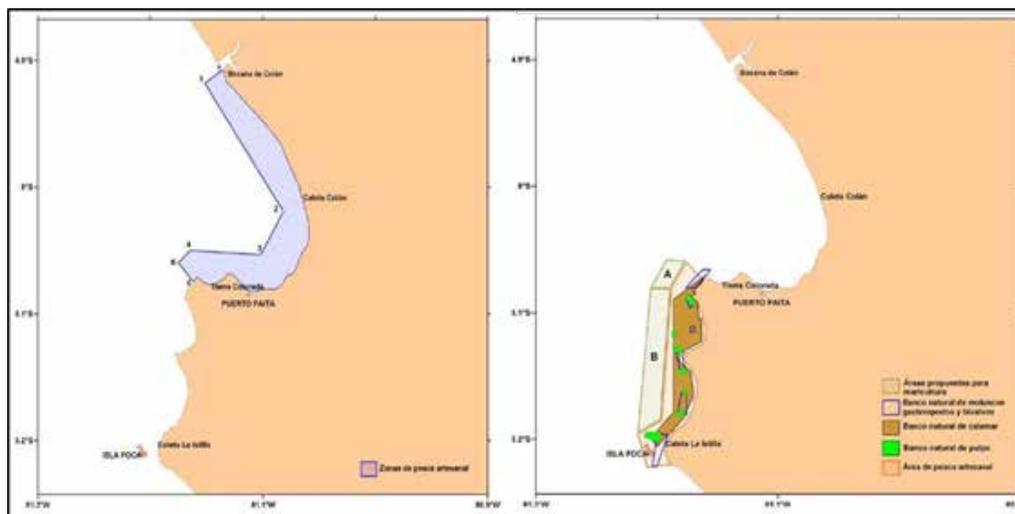


Nota: Tomada de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022k). *Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Pesquera Altair S.A.C., durante el año 2022.* (Informe N° 316-2022-OEFA/DEAM-STEC).

Asimismo, en el entorno de la bahía, se desarrollan actividades extractivas de recursos pesqueros desarrollados por la flota pesquera artesanal; las áreas de pesca abarcan la bahía completa (ver figura 6), “donde se extraen

calamar, pulpo, cachema, lisa tapadera, entre otras especies; sin embargo, la pesquería más importante corresponde al calamar común (*Loligo gahi*), la cual registró en el 2002 una captura de 1 643 ton” (OEFA, 2022m).

Figura 6. Zonas de pesca y presencia de bancos naturales



Nota: Tomada de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022m). *Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Pesquera Exalmar S.A.A., durante el año 2022.* (Informe N.º 318-2022-OEFA/DEAM-STEC).

3.2 Tipo y diseño de investigación

3.2.1 Según el tipo de abstracción

La investigación es de tipo aplicada para identificar (i) el grado de cumplimiento relacionado con los LMP de sector pesca, las especificaciones técnicas y la ubicación de los emisarios submarinos; (ii) el comportamiento de la calidad del agua y el sedimento en el entorno de los emisarios submarinos; (iii) la determinación de dispersión de los contaminantes presentes en los efluentes pesqueros; y (iv) el comportamiento de la comunidad macrobentónicas, de ocho establecimientos industriales. Para eso, se realizó el muestreo de 37 puntos de monitoreo en la zona

distribuidos en zona submareal del mar de la bahía de Paita (ver anexo 1).

3.2.2 Según la naturaleza de los datos

Se utilizó la metodología cualitativa. Se evaluó, durante el periodo de marzo a junio del 2022, la conformidad del cumplimiento de la obligación ambiental; los resultados de los muestreos de calidad de agua, sedimento, macrobentos; y la predicción de dispersión de contaminantes presentes en los efluentes, que son dispuestos en el mar de la bahía de Paita.

3.2.3 Según la manipulación de las variables

Se realizó investigación no experimental. No hay manipulación de las variables; estas se observan y se describen tal como se presentan en los resultados obtenidos.

3.2.4 Según la naturaleza de los objetivos

Se realizó investigación explicativa, porque persigue describir o acercarse al problema e intenta encontrar sus causas.

3.3 Unidad de análisis

El universo de la investigación comprende la verificación de obligaciones y la toma, la medición y el análisis del agua, sedimento y macrobentos. Además, incluye la evaluación de la dispersión de los contaminantes presentes en los efluentes industriales pesqueros de ocho establecimientos industriales pesqueros.

3.4 Población de estudio

La población se encuentra comprendida en ocho establecimientos pesqueros dedicados al consumo humano directo, ubicados en las zonas industriales I y III de la bahía de Paita.

3.5 Tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra estará en función al área donde se emplazan los emisarios submarinos de ocho EIP dedicados al CHD, donde influye el vertimiento de los efluentes industriales pesqueros.

El periodo comprende acciones de supervisión priorizadas y reconocimiento para la actividad de muestreo de efluentes y verificación del componente de la unidad fiscalizable “emisario submarino” entre los meses de marzo a abril del 2022, y acciones de evaluación comprendidas en la última semana de mayo a la primera semana de junio del 2022.

Las clasificaciones de los puntos se han establecido en función a las acciones de reconocimiento, respetando los procedimientos y el protocolo existentes.

3.6 Selección de la muestra

Para la selección de muestras, se clasificó cada una de ellas. La primera etapa de este proceso se centró en la recopilación de la información de las ocho obligaciones ambientales relacionadas con la disposición de los efluentes de los EIP ubicados en las zonas industriales I y III de la bahía de Paita, y de las respectivas autorizaciones de vertimiento y áreas acuáticas autorizadas por la ANA y la Dicapi. Cabe resaltar que cada zona industrial está conformada por cuatro administrados, los cuales constituyen el 100 % de cada submuestra.

La segunda etapa consistió en el reconocimiento y la identificación de los puntos de muestreo en el entorno de los ocho emisarios submarinos emplazados en las zonas I y III de la bahía de Paita. Los puntos de muestreo ubicados serán comparados con la categoría del ECA para el agua, aprobado mediante Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM. Se hará lo mismo para el sedimento y los macrobentos, cuyas características se describen a continuación:

- Emisarios submarinos y zonas de mezcla de los EIP ubicados en las zonas industriales I y III
- Puntos de control en las zonas industriales I y III
- EIP, en caso se haya concretado la toma de efluentes

Las denominaciones, los detalles y la georreferencia se ubican en el anexo 1 del presente trabajo.

3.7 Técnicas de recolección de datos

La recopilación de información se realizará en términos cuantitativos. La información estará basada la revisión documentaria de los informes de supervisión de la DSAP y los informes de causalidad de la DEAM. Esta información asegura la confiabilidad, la validez y la objetividad de los resultados.

3.8 Parámetros y métodos de análisis

A continuación, se detallan los métodos y protocolos para la recopilación de información para los parámetros de monitoreo de efluentes y agua de mar:

- **Para la evaluación de efluentes**

Los parámetros evaluados estuvieron en función a la Resolución Ministerial N.º 271-2020-PRODUCE, “Protocolo para el monitoreo de efluentes de los establecimientos industriales pesqueros de

consumo humano directo e indirecto”. Además, para comparación con los LMP, se utilizó el Decreto Supremo N.º 010-2018-MINAM, “Límites máximos permisibles para efluentes de los establecimientos industriales pesqueros de consumo humano directo e indirecto”.

En la siguiente tabla se describen los parámetros controlados, los métodos de análisis empleados y el laboratorio encargado de la realización de los ensayos.

Tabla 8. Parámetros considerados en la evaluación de los efluentes

Componente ambiental	Parámetro	Unidad	Método de análisis	Laboratorio
Efluente	pH	Unidades de pH	pH Value. Electrometric Method. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+-B, 23rd Ed.	Envirotest
	Aceites y grasas	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 D, 23rd Ed. 2017. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Oil and Grease. Soxhlet Extraction Method.	
	Sólidos suspendidos totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540-D, 23rd Ed. 2017. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Total, Suspended Solids Dried at 103-105 °C.	

Nota: Elaboración propia.

- **Para la evaluación de los emisarios submarinos**

Los parámetros considerados para este componente consisten en los siguientes datos: dimensiones, ubicación geográfica, profundidad, tipo de material y otros datos relevantes identificados en los ocho emisarios emplazados en las zonas industriales I y III, como se muestra en tabla 9.

Tabla 9. Parámetros considerados en la caracterización de los emisarios submarinos

N.º	Características	Unidad
1	Profundidad del final del emisario	m
2	Longitud total del emisario desde el punto en tierra	m
3	Diámetro externo de la tubería principal	m
4	Material de tubería	De acuerdo con lo observado en campo
5	Dirección tubería	Grados N
6	Presencia de difusor	Presencia/ausencia
7	Profundidad inicio difusor	m
8	Tipo	-
9	N.º orificios/toberas	N.º
10	Longitud de toberas	m
11	Separación entre toberas	m
12	Ángulo horizontal del emisor	Grados
13	Altura sobre el fondo de la descarga	m
14	Diámetro de orificio(s)	m
15	Longitud de difusor	m

Nota: Tomada de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022j). *Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Marina de Guerra, durante el año 2022.* (Informe N.º 315-2022-OEFA/DEAM-STEC).

- **Para la evaluación de agua de mar y sedimento**

Los parámetros evaluados, en el componente agua de mar, se determinaron en función a los considerados en el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM, que aprueba los “Estándares de Calidad Ambiental (ECA)” para el agua. La colecta de muestras de agua de mar superficial se realizó tomando en consideración al “Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales”, aprobado mediante Resolución Jefatural N.º 010-2016-ANA y la publicación “Methods for Collection, Storage and Manipulation of Sediments for Chemical and Toxicological Analyses: Technical Manual. U.S. Environmental Protection Agency”. La tabla 10 lista los parámetros controlados con sus respectivos métodos empleados para su determinación, incluyendo los laboratorios encargados de la realización de los ensayos.

Tabla 10. Parámetros considerados en la evaluación de agua y sedimento

Componente ambiental	Parámetro	Unidad	Método de análisis	Laboratorio
Agua de mar	Temperatura	°C	NTP 214.050:2013	Registrado <i>in situ</i> por la DEAM
	Oxígeno disuelto	mg/L	NTP 214.046:2013 (revisada el 2018) Primera Edición	
	pH	Unidades de pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Edition.	
	Aceites y grasas	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017	ALAB Analytical Laboratory E.I.R.L.
	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23rd Ed. 2017	
	Sólidos suspendidos totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017	
	Fósforo total	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P B (item 5) y E, 23rd Ed. 2017	
Sedimento	Materia orgánica	%	ASTM D422-63 (Reapproved 2007)	SGS del Perú S.A.C.

Nota: Tomada de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022n). *Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Océano Seafood S.A., durante el año 2022.* (Informe N.º 319-2022-OEFA/DEAM-STECC).

- **Para la evaluación espacial de los indicadores**

La utilización del sistema de información geográfica permitirá representar la ubicación de los lugares de toma de muestras y analizar los principales componentes del medio físico de la zona de estudio, que tendría una influencia directa e indirecta en la dispersión de los contaminantes en el cuerpo marino receptor.

- **Para la evaluación de la dispersión de los contaminantes**

En las siguientes tablas se listan los programas de modelado de dispersión de contaminante y los programas meteorológicos empleados para atender el caso de bahía de Paita.

Tabla 11. Información del modelo de dispersión de contaminantes

Nombre del modelo	Versión	Simulación de la descarga	Evaluación
CORMIX	10	CORMIX1-single port CORMIX2-multiport	Zona de mezcla

Nota: Elaboración propia.

Tabla 12. Información del modelo meteorológico

Nombre del modelo	Versión	Resolución espacial	Resolución temporal
WRF	4.2	1 km	1 hora

Nota: Tomada de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022p). *Reporte del modelamiento meteorológico para la Evaluación ambiental de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de la actividad de procesamiento industrial de recursos hidrobiológicos localizado en la zona industrial I y III de la bahía de Paita, distrito y provincia de Paita, departamento de Piura en el 2022.* (Reporte N° 018-2022-STEC). OEFA.

- **Para la evaluación de los macroinvertebrados**

Para la toma de muestra de los macroinvertebrados bentónicos, se utilizó el protocolo “Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater. 22st Edition–2012”, utilizando la sección “10500 – B. Benthic macroinvertebrates Sample Collection”. Los parámetros evaluados se determinaron en función a la comunidad de macroinvertebrados bentónicos, usando SMEWW 10500 C (parte 2) SMEWW 10900 como método de referencia para los ensayos realizados.





The background image shows a coastal port scene. On the left, a large white ship with a red and white circular logo is docked. In the center, a tall, white, cylindrical lighthouse stands on a small structure. To the right, several smaller boats are docked. The sky is clear blue, and the water is a deep blue with some ripples. A semi-transparent teal rectangle is overlaid on the left side of the image, containing the text.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis, interpretación y discusión de resultados

4.1.1 Resultados del objetivo específico 1

Evaluar el grado de cumplimiento de los LMP de los efluentes de las industrias pesqueras de consumo humano directo, e indagar su relación de causalidad e impacto ambiental en el mar de la bahía de Paita, de marzo a junio del 2022

a) Cumplimiento de los LMP para los EIP ubicados en la zona industrial I

En la tabla 13, se presentan los resultados del muestreo realizado por el OEFA, a los administrados Seafrost y Océano, correspondientes a las acciones de supervisión regular de abril del 2022, cuya comparación se realiza con los LMP del sector pesca.

Tabla 13. Resultados del muestreo de efluentes comparados con los LMP (Zona industrial I)

N.º	EIP	Parámetros		
		AyG (mg/L)	SST (mg/L)	pH
1	Seafrost	271,60	512,00	6,83
2	Océano	1,00	90,00	6,57
Decreto Supremo N.º 010-2018-MINAM		350	700	5-9

Nota: Elaboración propia

Para la estimación del grado de cumplimiento por zona industrial, se aplicó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de cumplimiento por zona I} = \left\{ \frac{\text{NPEMC}}{\text{NPZI}} \times 100 \right\}$$

NPEMC: Número de plantas donde se ejecutó el muestreo y cumplen

NPZI: Número de plantas en la zona industrial

Al respecto, se puede observar que los administrados estarían cumpliendo con los LMP de efluentes para el sector pesca, que representarían un 50 % del cumplimiento correspondiente a la zona industrial I. Los resultados se deberían a que dichas empresas tienen implementados tratamientos físicos y fisicoquímicos, para el tratamiento de sus efluentes. Estos tratamientos aseguran la reducción de concentración de contaminantes presentes en los efluentes (ver anexo 4). Cabe resaltar que la calificación no fue 100 % para la zona I, debido a que las empresas Hayduk y Marina de Guerra no pudieron realizar las tomas de muestra de efluentes por falta de materia prima, tal como se detalla en los expedientes de la DSAP (OEFA, 2022d; OEFA, 2022g).

b) Cumplimiento de los LMP para los EIP ubicados en la zona industrial III

En la tabla 14 se presentan los resultados del muestreo de efluentes para los administrados Altair, Exalmar y Santa Mónica, correspondientes a las acciones de supervisión regular de marzo y abril del 2022, y los resultados de Atunera en el mes de junio del mismo año.

Tabla 14. Resultados del muestreo de efluentes comparados con los LMP (Zona industrial III)

N.º	EIP	Parámetros		
		AyG (mg/L)	SST (mg/L)	pH
1	Altair	40,10	87,00	6,62
2	Santa Mónica	3,30	454,00	6,82
3	Exalmar	155,60	236,00	5,27
4	Atunera	22,3	132,00	7,02
Decreto Supremo N.º 010-2018-MINAM		350	700	5-9

Nota: Elaboración propia.

Para la estimación del grado de cumplimiento por zona industrial, se aplicó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de cumplimiento por zona II} = \left\{ \frac{\text{NPEMC}}{\text{NPZI}} \times 100 \right\}$$

NPEMC: Número de plantas donde se ejecutó el muestreo y cumplen

NPZI: Número de plantas en la zona industrial

Los mencionados administrados estarían cumpliendo con los LMP de efluentes para el sector pesca, lo que representaría un 100 % del cumplimiento correspondiente a la zona industrial III. En cierto modo se debería a que dichas empresas tienen implementados tratamientos físicos y fisicoquímicos para el tratamiento de sus efluentes (ver anexo 4). Estos tratamientos aseguran la reducción de concentración de contaminantes presentes en los efluentes. Cabe resaltar que no se pudo realizar la toma de muestra de efluentes en marzo y abril del 2022, por falta de materia prima; sin embargo, se pudo ejecutar en junio tal como se detalla en los expedientes de la DSAP (OEFA, 2022).

4.1.2 Resultados del objetivo específico 2

Evaluar el grado de influencia del diseño e instalación de los emisarios submarinos de los establecimientos industriales pesqueros de consumo humano directo y su relación de causalidad e impacto ambiental en el mar de la bahía de Paita frente a las zonas industriales I y III, durante el periodo de marzo a abril del 2022

a) Cumplimiento de las especificaciones técnicas de los emisarios submarinos para los EIP ubicados en la zona industrial I

Conforme a las acciones de supervisión realizadas, se presenta en la siguiente tabla los resultados conforme a lo señalado en los expedientes de supervisión de la DSAP (OEFA, 2022 d; OEFA, 2022e; OEFA 2022f; OEFA, 2022g):

Tabla 15. Resultados de verificación de cumplimiento de las especificaciones técnicas de los emisarios submarinos (Zona industrial I)

N.º	Administrado	Longitud IGA (m)	Longitud ⁽ⁱⁱ⁾ (m)	Diferencias (m)	Acciones
1	Seafrost	800,00	789,00	11,00	Reparo y reubico el emisario
2	Marina	286,00	286,00	---	Conforme a la obligación
3	Océano	150,00	190,00	---	La empresa cuenta con una actualización de IGA.
4	Hayduk	1485,50	964,00	521,50	No opera más de un año; se vendió la empresa.

Nota: (i) Elaboración propia. (ii) Longitud identificada en la supervisión.

Como se detalla en la tabla —en concordancia a los expedientes de supervisión de la DSAP (OEFA 2022d; OEFA 2022e; OEFA, 2022f; OEFA, 2022g)— se realizó un conjunto de acciones con la finalidad de fomentar el cumplimiento de las obligaciones ambientales, producto de los hechos verificados en las acciones de supervisión.

Entre los hechos a resaltar, se encuentran las correcciones realizadas por Seafrost, las cuales consisten en la “reparación de las toberas del difusor y la reubicación del emisario” (OEFA, 2022f), conforme a su obligación ambiental (ver anexo 2, figuras 1, 2 y 3). Adicional a ello es importante mencionar la conformidad de la obligación, por parte de Océano y Marina de Guerra, cuyas empresas han ejecutado sus compromisos ambientales. No obstante, Hayduk no estaría cumpliendo su obligación ambiental, debido a ello la zona industrial I tendría un grado de cumplimiento del 75 % respecto al componente emisario submarino (ver anexo 2, figura 4).

Finalmente, es pertinente mencionar que se puso en conocimiento a la Dicapi sobre el “desplazamiento del emisario submarino de la Marina de Guerra fuera de área acuática otorgada” (OEFA, 2022g, p. 7). Además, la DEAM indica que hay “superposición entre toberías de Hayduk y la Marina de Guerra” (OEFA, 2022i) (ver anexo 2, figura 5).

b) Cumplimiento de las especificaciones técnicas de los emisarios para los EIP ubicados en la zona industrial III

Para el presente análisis, se revisó la información relacionada con el cumplimiento ambiental de la zona industrial III, referente al componente emisario submarino que se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 16. Resultados de verificación de cumplimiento de las especificaciones técnicas de los emisarios submarinos (Zona industrial III)

N.º	Administrado	Longitud IGA (m)	Longitud verificada en supervisión (m)	Diferencias (m)	Acciones
1	Altair	330,00	88,00	242,00	Instaló el emisario submarino de 330 m.
2	Exalmar	901,03	328,00	573,03	Alargará el emisario submarino (mayo del 2023) y hará un control de la zona de mezcla (enero-abril del 2023).
3	Santa Mónica	269,95	255,00	14,95	En proceso de actualización de IGA.
4	Atunera	500,00	70,00	430,00	En proceso de actualización de IGA.

Nota: Elaboración propia.

En la tabla 16, se observan a detalle los resultados de las acciones de supervisión en concordancia a los expedientes la DSAP (OEFA, 2022a; OEFA, 2022b; OEFA, 2022c; OEFA, 2022h) y las acciones realizadas con la finalidad de fomentar el cumplimiento de las obligaciones ambientales, producto de los hechos verificados en las supervisiones.

Entre las correcciones principales, se puede advertir la realizada por Altair el “21 de marzo del 2022 donde comunica la instalación de un nuevo emisario de 330 m de longitud” (OEFA, 2022, pp. 10-12) para cumplir con su obligación ambiental (ver anexo 2, figuras 6 y 7). En lo que respecta a Exalmar, la empresa alargará su emisario conforme a su obligación y se comprometió, a través de un acuerdo de cumplimiento, a hacer un control mensual de la zona de mezcla a través de monitoreo (OEFA, 2022h).

La empresa Santa Mónica se encuentra realizando la actualización del instrumento de gestión ambiental. Esto “estaría en función a que se reconozca la longitud que posee en la actualidad su emisario submarino como obligación ambiental” (OEFA, 2022b). Por otro lado, Atunera propone redimensionar la longitud del emisario con especificaciones técnicas del difusor, con una longitud de 520 m y no los 500m consignados en su instrumento ambiental primigenio (OEFA, 2022b). Debido a ello, la zona industrial III tendría un grado de cumplimiento del 25 % respecto al componente emisario submarino.

Por último, se puso en conocimiento a la Dicapi que el “emisario submarino de Atunera, se encuentra emplazado fuera de área acuática otorgada” (OEFA, 2022 b, pp.15-16). Del mismo modo, se informó a la ANA que Santa Mónica y Exalmar estarían reportando monitoreos de calidad que no representarían el impacto real de la actividad sobre el cuerpo de agua, dado que no correspondería a la correcta ubicación de los emisarios submarinos (OEFA, 2022 a,h) (ver anexo 2, y figuras 9 y 10).

4.1.3 Resultados del objetivo específico 3

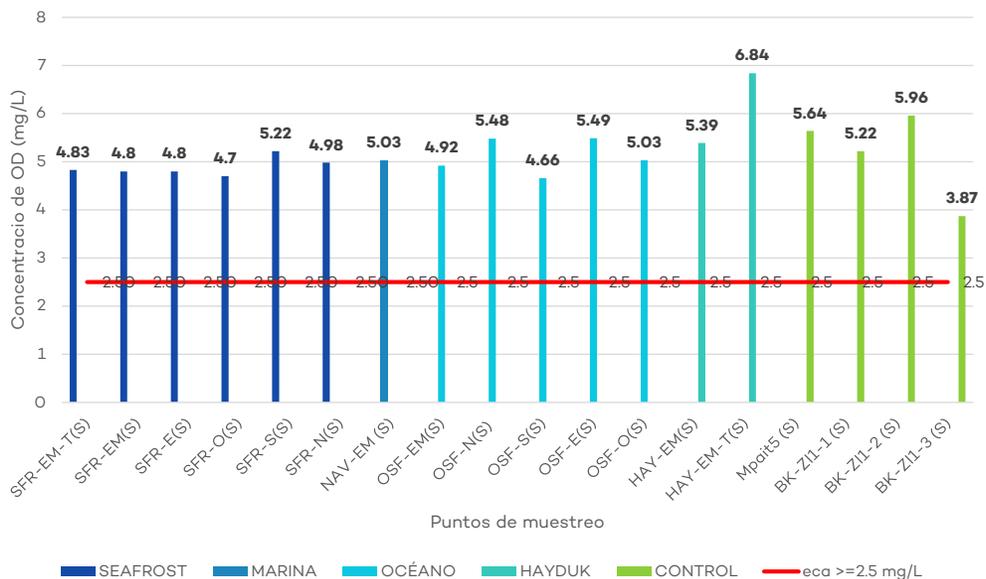
Determinar la variación de la calidad del agua y sedimentos alrededor de los emisarios submarinos de los establecimientos industriales pesqueros de consumo humano directo, y su utilidad como indicador de causalidad e impacto ambiental en el mar de la bahía de Paita frente a las zonas industriales I y III, durante el periodo de mayo a junio del 2022

a) Resultados de los valores de acuerdo con su categoría establecida en el ECA para agua 2017 para los EIP ubicados en la zona industrial I

En el anexo 3, se detalla la totalidad de los resultados de la evaluación de calidad de agua de mar de la zona industrial I de los EIP Seafrost, Marina de Guerra, Océano, Hayduk y puntos de control. Es preciso indicar que la temperatura, el oxígeno disuelto, el pH, el fósforo total, la demanda bioquímica de oxígeno, los aceites y grasas, y los sólidos suspendidos totales se encuentran dentro de lo establecido en el ECA para agua categoría C2 subcategoría C3.

En la figura 7, se muestran los resultados de oxígeno disuelto en torno a los emisarios submarinos y en los puntos de control a nivel superficial. Es importante mencionar que en la zona de estudio se reportaron “bajas concentraciones de oxígeno disuelto (<2,5 mg/L) frente a la zona industrial I (punto Mpait5) identificada como zona de influencia de actividades antropogénicas” (Flores y Vega, 2021, p.13). Es pertinente detallar que, en la evaluación ambiental realizada por el OEFA (2016), también se reportaron resultados bajos de oxígeno disuelto entre 0 a 2 mg/L a nivel superficial, y que se atribuyó esta condición a las actividades antropogénicas realizadas en la zona.

Figura 7. Resultados del OD en la zona industrial I (mayo-junio 2022)



Nota: Elaboración propia.

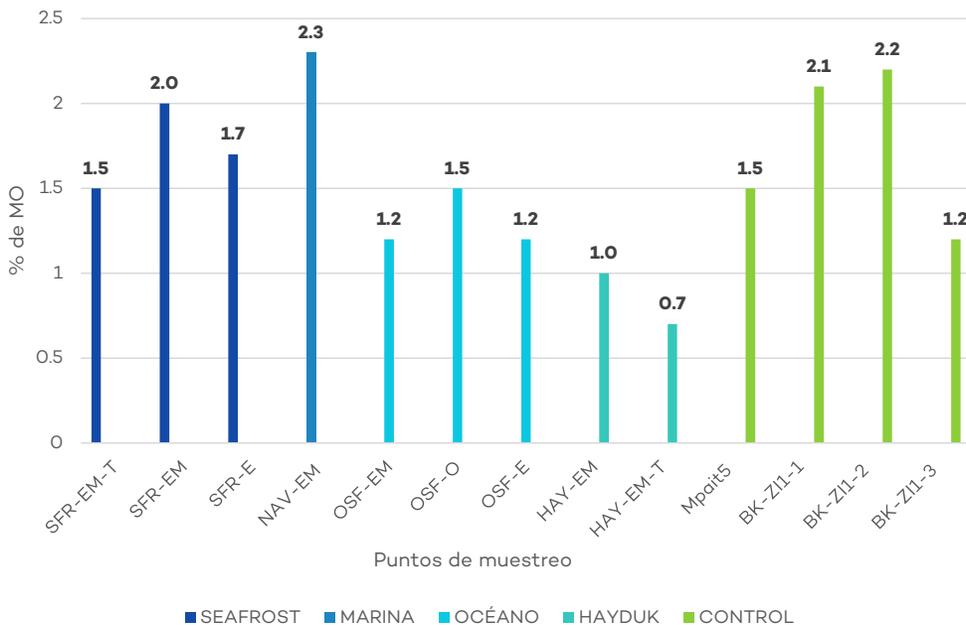
Al respecto, en la tabla 3 del anexo 3 y a la luz de los resultados, se puede asegurar que en los puntos evaluados se cumple con normativa vigente, ya que se han obtenido concentraciones de oxígeno disuelto superficial de 3,7 mg/L (BK-ZI1-3(S)) como mínimo y de 6,84 mg/L (HAY-EM-T(S)) como máximo. Es oportuno mencionar que los escenarios ideales para el registro del parámetro se presentan cuando los EIP están vertiendo sus efluentes en el mar. Sin embargo, esto no se dio para Marina de Guerra y Hayduk, por falta de materia prima.

b) Resultados del sedimento para los EIP ubicados en la zona industrial I

Respecto al sedimento, se reportaron concentraciones de materia orgánica, las cuales tuvieron como mínimo 0,7 % y 2,3 %, como máximo (ver figura 8). Las bajas concentraciones

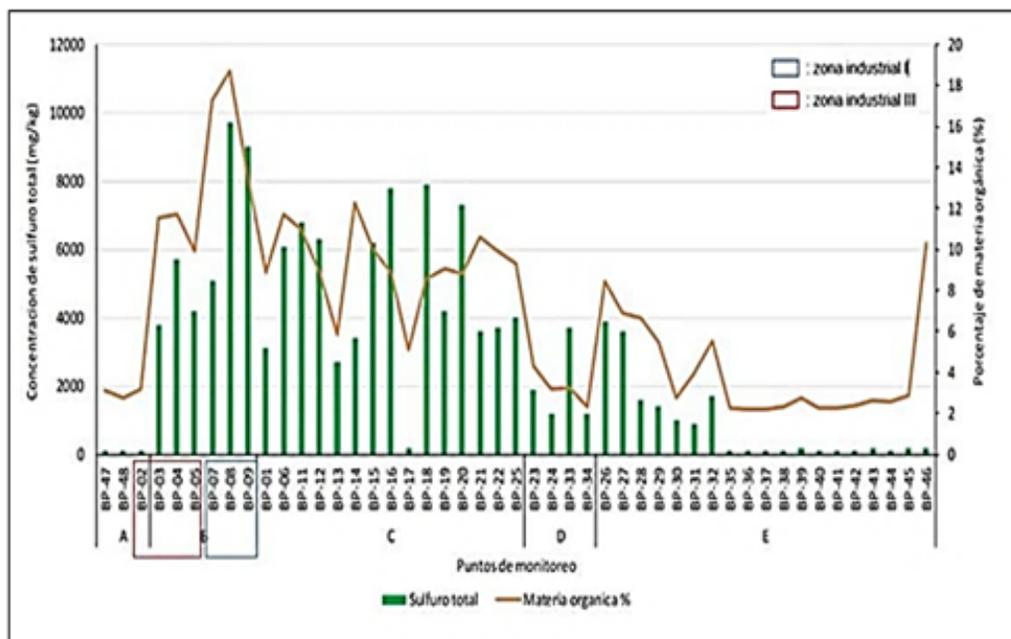
se presentaron en los puntos asociados al emisario de Hayduk. Además, se debe mencionar que el OEFA (2016) “realizó la evaluación ambiental en el año 2016 donde se reportó concentraciones de materia orgánica de 13,4 % y 18,7 % frente a la zona industrial I” (p. 76) (ver figura 9), por lo que se puede indicar que las concentraciones de materia orgánica se encuentran asociadas a la concentración de oxígeno disuelto. Tal como Guiñez (2010) señala “a menores concentraciones de oxígeno disuelto se encuentran mayores concentraciones de materia orgánica” (p. 243).

Figura 8. Resultados de materia orgánica en el sedimento de la zona industrial I (mayo-junio 2022)



Nota: Elaboración propia.

Figura 9. Concentración de materia orgánica durante el 2016



Nota: Tomada de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2016). *Evaluación ambiental de la bahía de Paita durante el año 2016*. (Informe N° 122-2016-OEFA/DE-SDLB-CEAI).

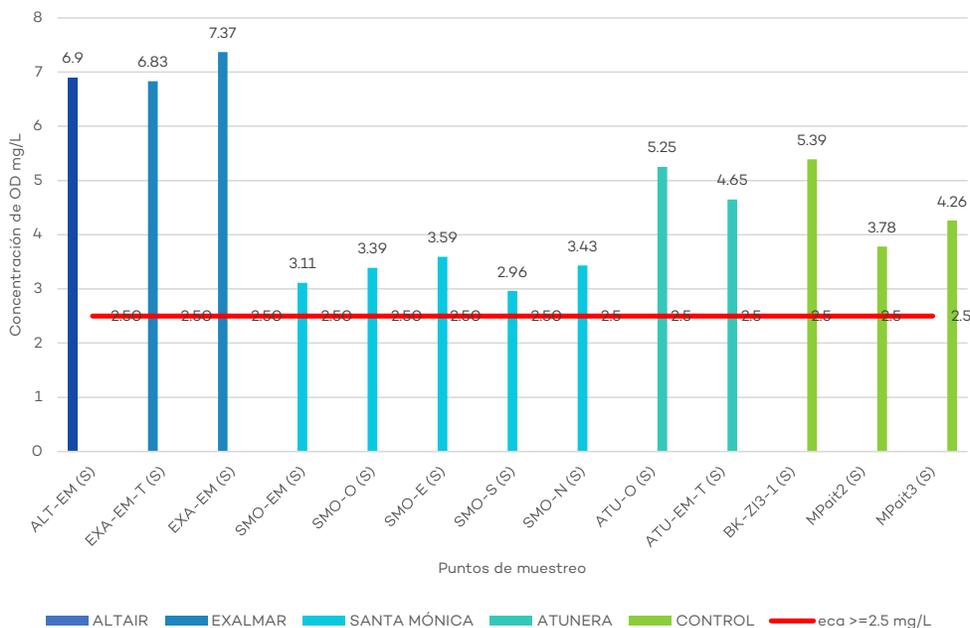
De los resultados reportados el 2022, se puede concluir que existe una mejora en el sedimento de la zona industrial I respecto a lo evidenciado en el 2016. Además, se puede inferir que las concentraciones de oxígeno evidenciadas se condicen con la menor presencia de materia orgánica en el sedimento. Esta condición favorable podría deberse a los tratamientos de aguas residuales que reducen las cargas contaminantes presentes en los efluentes industriales pesqueros. De acuerdo con Stein (1990), Hartnett et al. (1998) Hulthe et al. (1998), “[e]ntre los factores que influyen en la composición, cantidad, distribución y preservación de restos orgánicos está la productividad primaria, profundidad, contenido de oxígeno disuelto en la columna de agua, tasa de sedimentación, biperturbación y absorción de materia orgánica en las fases minerales”.

c) Resultados de los valores de acuerdo con su categoría establecida en el ECA para agua 2017 para los EIP ubicados en la zona industrial III

Tal como se muestra el anexo 3 del presente trabajo —en el cual se detalla la totalidad de los resultados de la evaluación de calidad de agua de mar de la zona industrial III de los EIP Altair, Exalmar, Santa Mónica y Atunera—, es oportuno indicar que la temperatura, el oxígeno disuelto, el pH, el fósforo total, la demanda bioquímica de oxígeno, los aceites y grasas y los sólidos suspendidos totales se encuentran dentro de lo establecido en el ECA para agua categoría C2 subcategoría C3.

En la figura 10 se muestran los resultados de oxígeno disuelto en torno de a los emisarios submarinos y los puntos de control a nivel superficial. Es importante mencionar que la zona de estudio reportó “bajas concentraciones de oxígeno disuelto (<2,5 mg/L) frente a la zona industrial III (puntos Mpait2 y Mpait3) en zona de influencia de actividades antropogénicas” (Flores y Vega, 2021, p. 13). En estudios anteriores se determinaron bajas concentraciones de oxígeno disuelto en la bahía de Paita (Enríquez et al., 1999; Gonzales et al., 2009), las cuales parecen mantenerse en el tiempo, pues —en la evaluación ambiental realizada en la bahía de Paita por el OEFA en el 2016— también se hallaron valores de oxígeno disuelto bajos, que oscilaron entre 0 y 2 mg/l a nivel superficial y entre 1 y 1,5 mg/l a nivel de fondo (OEFA, 2016). Esta condición se atribuye a las actividades antropogénicas realizadas en la zona.

Figura 10. Resultados del OD en la zona industrial III (mayo-junio 2022)



Nota: Elaboración propia.

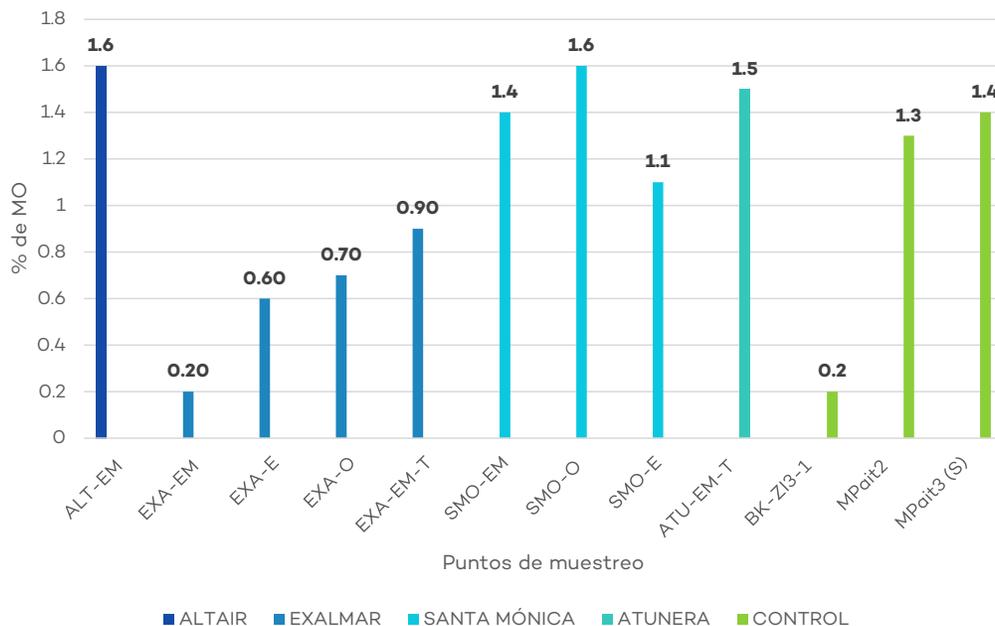
Respecto al 2022, los resultados muestran que los puntos evaluados cumplen con la normativa vigente, ya que se obtienen concentraciones de oxígeno disuelto superficial con un valor mínimo de 2,96 mg/L (SMO-S (S)) y un valor máximo de 7,37 mg/L (EXA-EM (S)). Es oportuno mencionar que los escenarios ideales para las tomas de muestras de agua suceden cuando los EIP están vertiendo sus efluentes en el mar. Lamentablemente, esto no se dio para Altair y Exalmar por falta de materia prima.

d) Resultados del sedimento para los EIP ubicados en la zona industrial III

Las concentraciones de materia orgánica en el sedimento presentaron los valores más bajos en los puntos asociados al emisario submarino de Pesquera Exalmar <0,3 %, (EXA-EM) y las mayores concentraciones de 1,6 % en los puntos de Altair (ALT-EM) y Santa Mónica (SMO-O) (ver figura 11).

En líneas generales, los valores de materia orgánica hallados durante el presente trabajo fueron menores que lo reportado en estudios previos. En el 2016 el OEFA reportó concentraciones de materia orgánica entre 3,18 % y 11,7 % frente a la zona industrial III (OEFA, 2016). Por otro lado, se puede concluir una mejora en el sedimento, debido a los tratamientos de aguas residuales que reducen las cargas contaminantes presentes en los efluentes industriales pesqueros y “de acuerdo con Stein (1990), Hartnett et al. (1998) y Hulthe et al. (1998) entre los factores que influyen en la composición, cantidad, distribución y preservación de restos orgánicos está la productividad primaria, profundidad, contenido de oxígeno disuelto en la columna de agua, tasa de sedimentación, biperturbación y absorción de materia orgánica en las fases minerales” (Guíñez et al., 2010, p. 243).

Figura 11. Resultados de materia orgánica en el sedimento de la zona industrial III (mayo-junio 2022)



Nota: Elaboración propia.

4.1.4 Resultados del objetivo específico 4

Evaluar si la dispersión de los contaminantes presentes en los efluentes de los establecimientos industriales pesqueros de consumo humano directo dispuestos mediante sus respectivos emisarios submarinos puede convertirse en un indicador de causalidad e impacto ambiental en el mar de la bahía de Paita frente a las zonas industriales I y III, durante periodo de marzo a junio del 2022

Para determinar la dispersión de los contaminantes y, por ende, la zona de mezcla, se utilizó el *software* de modelado CORMIX v10. Este programa trabaja con características del puerto de descarga, régimen de flujo, propiedades del medio marino receptor, características del diseño del emisario, así como con

información de las descargas de manera resumida. Cabe resaltar que se presenta cada detalle trabajado en las tablas señaladas para cada zona.

a) Dispersión de contaminantes de los EIP ubicados en la zona industrial I

A continuación, se presentan las tablas —tomando como referencia la zona de mezcla que se establecería del final del emisario a una distancia de mezcla de 100 m—, donde se plantean escenarios en función a la velocidad de la corriente (U_v). Cabe resaltar que se tomaron las concentraciones de los parámetros sólidos suspendidos totales, los aceites y grasas, y la demanda bioquímica de oxígeno, más los críticos tomados de los muestreos realizados.

Tabla 17. Resultados del modelado zona de mezcla del emisario de Seafrost

Zona	Características	Unidad	Concentración del efluente	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	ECA para agua C2:C3
				$U_v=0,033$	$U_v=0,358$	$U_v=0,656$	
				Valor	Valor	Valor	
Zona de mezcla	Distancia	m	-	100	100	100	-
	Factor de dilución	-	-	1 405,4	7 760,5	14 206,2	-
	Sólidos totales suspendidos	mg/L	512	0,36	0,07	0,04	70
	Aceites y grasas	mg/L	263,3	0,19	0,03	0,02	2
	Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	983,5	0,00	0,0001	0,001	10

Nota: Tomada de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022ñ). *Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Seafrost S.A.C.* (Informe N.º 320-2022-OEFA/DEAM-STEC).

Tabla 18. Resultados del modelado en la zona de mezcla del emisario de Hayduk

Zona	Características	Unidad	Concentración del efluente	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	ECA para agua C2:C3
				Uv=0,033	Uv=0,358	Uv=0,656	
				Valor	Valor	Valor	
Zona de mezcla	Distancia	m	-	100	100	100	
	Factor de dilución	-	-	1 116,5	256,3	115,2	
	Sólidos totales suspendidos	mg/L	145	0,13	0,57	1,26	70
	Aceites y grasas	mg/L	28	0,03	0,11	0,24	2
	Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	2 227	0	0,15	2,89	10

Nota: Tomada de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022). *Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Pesquera Hayduk S.A.* (Informe N.º 314-2022-OEFA/DEAM-STEC).

Tabla 19. Resultados del modelado de la zona de mezcla del emisario de la Marina de Guerra

Zona	Características	Unidad	Concentración del efluente	Escenario 1	Escenario 2	ECA para agua C2:C3
				Uv=0,033	Uv=0,191	
				Valor	Valor	
Zona de mezcla	Distancia	m	--	100	100	-
	Factor de dilución	-	-	249,5	1 692,1	-
	Sólidos totales suspendidos	mg/L	173	0,69	0,1	70
	Aceites y grasas	mg/L	28	0,11	0,02	2
	Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	3 562	0	0	10

Nota: Tomada de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022). *Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Marina de Guerra.* (Informe N.º 315-2022-OEFA/DEAM-STEC). OEFA.

Tabla 20. Resultados del modelado de la zona de mezcla del emisario de Oceano

Zona	Características	Unidad	Concentración del efluente	Escenario 1	ECA para agua C2:C3
				Uv=0,033	
				Valor	
Zona de mezcla	Distancia	m	-	100	-
	Factor de dilución	-	-	250,6	-
	Sólidos totales suspendidos	mg/L	54	0,22	70
	Aceites y grasas	mg/L	9,8	0,04	2
	Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	793	0,00	10

Nota: Tomada de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022n). *Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Océano Seafood S.A.* (Informe N.º 319-2022-OEFA/DEAM-STEC). OEFA.

De los escenarios simulados para los cuatros EIP ubicados en la zona industrial I —correspondientes a los parámetros sólidos suspendidos totales, los aceites y grasas y la demanda bioquímica de oxígeno a 100 m de distancia de los puntos de control de la zona de mezcla—, ninguno superaría los parámetros establecidos en los ECA para agua 2017, categoría C2 subcategoría C3. Por eso, se podría aseverar que, en un escenario puntual y con las concentraciones de contaminantes propuestos, los EIP ubicados en la zona industrial I no influirían en las bajas concentraciones de oxígeno disuelto (<2,5 mg/L), frente a la zona industrial I (punto Mpait 5) (Flores y Vega, 2021).

b) Dispersión de contaminantes de los EIP ubicados en la zona industrial III

Al igual que en la zona industrial I, se realizó el modelado en la zona industrial III, tomando en cuenta la zona de mezcla por cada uno de los cuatro EIP evaluados. Sus resultados se presentan en las siguientes tablas:

Tabla 21. Resultados del modelado de la zona de mezcla del emisario de Altair

Zona	Características	Unidad	Concentración del efluente	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	ECA para agua C2:C3
				Uv=0,033	Uv=0,292	Uv=0,656	
				Valor	Valor	Valor	
Zona de mezcla	Distancia	m	-	100	100	100	-
	Factor de dilución	-	-	257,6	1 643,6	3 640	-
	Sólidos totales suspendidos	mg/L	87	0,34	0,05	0,02	70
	Aceites y grasas	mg/L	39,15	0,15	0,02	0,01	2
	Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	809	0,00	0,01	0,04	10

Nota: Tomada de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022n). *Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Océano Seafood S.A.* (Informe N.º 319-2022-OEFA/DEAM-STEMC). OEFA.

Tabla 22. Resultados del modelado de la zona de mezcla del emisario de Exalmar

Zona	Características	Unidad	Concentración del efluente	Escenario 1	Escenario 2	ECA para agua C2:C3
				Uv=0,033	Uv=0,352	
				Valor	Valor	
Zona de mezcla	Distancia	m	--	100	100	-
	Factor de dilución	-	-	239,1	770,1	-
	Sólidos totales suspendidos	mg/L	236	0,99	0,32	70
	Aceites y grasas	mg/L	155,6	0,65	0,21	2
	Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	1 198	0	0,02	10

Nota: Tomada de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022m). *Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Pesquera Exalmar S.A.A.* (Informe N.º 318-2022-OEFA/DEAM-STEMC). OEFA.

Tabla 23. Resultados del modelado de la zona de mezcla del emisario de Santa Mónica

Zona	Características	Unidad	Concentración del efluente	Escenario 1		ECA para agua C2:C3
				Uv=0,033		
				Valor		
Zona de mezcla	Distancia	m	-	100		-
	Factor de dilución	-	-	7 015,6		-
	Sólidos totales suspendidos	mg/L	767	0,11		70
	Aceites y grasas	mg/L	60,4	0,009		2
	Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	1 512	0,22		10

Nota: Tomada de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022o). *Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Industrial Pesquera Santa Mónica S.A.* (Informe N.º 322-2022-OEFA/DEAM-STEC). OEFA.

Tabla 24. Resultados del modelado de la zona de mezcla del emisario de Atunera

Zona	Características	Unidad	Concentración del efluente	Escenario 1		ECA para agua C2:C3
				Uv=0,033		
				Valor		
Zona de mezcla	Distancia	m	-	100		-
	Factor de dilución	-	-	79,1		-
	Sólidos totales suspendidos	mg/L	132	1,67		70
	Aceites y grasas	mg/L	21,5	0,27		2
	Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	120,1	0		10

Nota: Tomada Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022i). *Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Industria Atunera S.A.C.* (Informe N.º 317-2022-OEFA/DEAM-STEC). OEFA.

De los escenarios simulados para los cuatros EIP ubicados en la zona industrial III —correspondientes a los parámetros sólidos suspendidos totales, aceites y grasas y demanda bioquímica de oxígeno a 100 m de distancia de los puntos de control de la zona de mezcla—, ninguno superaría los parámetros establecidos en los ECA para agua 2017, categoría C2 subcategoría C3. Por eso, se podría aseverar que, en un escenario puntual y con las concentraciones de contaminantes propuestos, los EIP ubicados en la zona industrial III no influirían en las bajas concentraciones de oxígeno disuelto (<2,5 mg/L), frente a la zona industrial III (punto Mpait 2) (punto Mpait 3) (Flores y Vega, 2021).

4.1.5 Resultados del objetivo específico 5

Evaluar el comportamiento de la comunidad macrobentónica del mar de la bahía de Paita frente a las zonas industriales I y III, en torno a los emisarios submarinos de los establecimientos industriales pesqueros de consumo humano directo y su pertinencia como indicador de causalidad e impacto ambiental, durante periodo de mayo a junio del 2022

La evaluación la realizó la DEAM, a través del índice AMBI (AZTI Marine Biotic Index), establecido por Borja et al. (2000). De acuerdo con “este índice se puede conocer el estado de la calidad ecológica del ecosistema evaluado; se basa en la clasificación de las abundancias de los organismos bentónicos de sustrato blando en 5 grupos ecológicos” (OEFA, 2022i; OEFA, 2022j; OEFA, 2022k; OEFA, 2022l; OEFA, 2022m; OEFA, 2022n; OEFA, 2022ñ; OEFA, 2022o).

Para el cálculo del AMBI, se utilizó el *software* libre AMBI Versión 5.0 (ver anexo 5). A continuación, se presenta la fórmula utilizada:

$$\text{AMBI} = \frac{(0 \times \% \text{GEI}) + (1,5 \times \% \text{GEII}) + (3 \times \% \text{GEIII}) + (4,5 \times \% \text{GEIV}) + (6 \times \% \text{GEV})}{100}$$

Donde:

EG= Grupo ecológico

GE I: Especies muy sensibles

GE II: Especies indiferentes

GE III: Especies tolerantes

GE IV: Especies oportunistas de segundo orden

GE V: Especies oportunistas de primer orden

A continuación, se presenta la tabla de interpretación de datos:

Tabla 25. Interpretación de los resultados del AMBI

Coefficiente biótico (AMBI)	Grupo ecológico dominante	Salud de la comunidad bentónica	Nivel de disturbio	Estado ecológico
0,0 < AMBI < 0,2	I	Normal	No perturbado	Muy bueno
0,2 < AMBI < 1,2		Empobrecido		
1,2 < AMBI < 3,3	III	Desbalanceado	Ligeramente perturbado	Bueno
3,3 < AMBI < 4,3	IV-V	Transición a contaminado	Moderadamente perturbado	Moderado
4,3 < AMBI < 5,0		Contaminado		
5,0 < AMBI < 5,5	V	Transición a fuertemente contaminado	Fuertemente perturbado	Malo
5,5 < AMBI < 6,0		Fuertemente contaminado		
6,0 < AMBI < 7,0	Azoico	Azoico	Extremadamente perturbado	Muy malo

Nota: Tomada de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022ñ). *Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Seafrost S.A.C.* (Informe N° 320-2022-OEFA/DEAM-STEC). OEFA.

a) Estado ecológico del entorno de los emisarios submarinos ubicados en la zona industrial I

Tabla 26. Interpretación del índice AMBI en torno al emisario de Seafrost

Denominación	Punto	AMBI	Nivel de disturbio	Estado ecológico
Emisario real	SFR-EM	6,00	Extremadamente perturbado	Muy malo
Zona de mezcla	SFR-E	4,12	Moderadamente perturbado	Moderado
Emisario teórico	SFR-EM-T	3,89	Moderadamente perturbado	Moderado
Control	BK-ZI1-1	3,75	Moderadamente perturbado	Moderado
	BK-ZI1-2	3,79	Moderadamente perturbado	Moderado
	BK-ZI1-3	3,53	Moderadamente perturbado	Moderado
	MPait-5	3,40	Moderadamente perturbado	Moderado

Nota: Tomada de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022ñ). *Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Seafrost S.A.C.* (Informe N.º 320-2022-OEFA/DEAM-STEC). OEFA.

De acuerdo con la tabla 26 del emisario Seafrost, la DEAM resume que los puntos evaluados mostraron, en su mayoría, una condición moderada del estado ecológico; en contraste, al punto SFR-EM, asociado al emisario submarino, que presentó una condición de extrema de perturbación que reduce la calidad del estado ecológico. Es preciso señalar que en la actualidad la empresa ha reubicado su emisario acorde a su IGA, por lo que se espera una recuperación de la comunidad macrobentónica del punto SFR-EM (OEFA, 2022ñ).

Tabla 27. Interpretación del índice AMBI en torno al emisario de Hayduk

Denominación	Punto	AMBI	Nivel de disturbio	Estado ecológico
Emisario real	HAY-EM	3,90	Moderadamente perturbado	Moderado
Emisario teórico	HAY-EM-T	4,06	Moderadamente perturbado	Moderado
Control	BK-ZI1-1	3,75	Moderadamente perturbado	Moderado
	BK-ZI1-2	3,79	Moderadamente perturbado	Moderado
	BK-ZI1-3	3,53	Moderadamente perturbado	Moderado
	MPait-5	3,40	Moderadamente perturbado	Moderado

Nota: Tomada de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022i). *Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Pesquera Hayduk S.A.* (Informe N.º 314-2022-OEFA/DEAM-STEC). OEFA.

Respecto al emisario de Hayduk, en la tabla 27, la DEAM sostiene que el estado ecológico del hábitat bentónico según criterios AMBI para los puntos mostraron que el macrobento estuvo bajo cierto grado de perturbación tanto en los puntos de control como en los puntos asociados al emisario.

Tabla 28. Interpretación del índice AMBI en torno al emisario de la Marina de Guerra

Denominación	Punto	AMBI	Nivel de disturbio	Estado ecológico
Emisario	NAV-EM	3,68	Moderadamente perturbado	Moderado
Control	BK-ZI1-1	3,75	Moderadamente perturbado	Moderado
	BK-ZI1-2	3,79	Moderadamente perturbado	Moderado
	BK-ZI1-3	3,53	Moderadamente perturbado	Moderado
	MPait-5	3,40	Moderadamente perturbado	Moderado

Nota: Tomada de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022j). *Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Marina de Guerra* (Informe N.º 315-2022-OEFA/DEAM-STEC). OEFA.

La tabla 28 del emisario Marina de Guerra describe un estado ecológico moderado tanto en el entorno del emisario como en los puntos de control. Esta homogeneidad se asocia a la inoperatividad del emisario submarino (OEFA, 2022j).

Tabla 29. Interpretación del índice AMBI en torno al emisario de Océano

Denominación	Punto	AMBI	Nivel de disturbio	Estado ecológico
Emisario	OSF-EM	6,00	Extremadamente perturbado	Muy malo
Zona de mezcla	OSF-E	3,12	Ligeramente perturbado	Bueno
	OSF-O	5,56	Fuertemente perturbado	Muy malo
Control	BK-ZI1-1	3,75	Moderadamente perturbado	Moderado
	BK-ZI1-2	3,79	Moderadamente perturbado	Moderado
	BK-ZI1-3	3,53	Moderadamente perturbado	Moderado
	MPait-5	3,40	Moderadamente perturbado	Moderado

Nota: Tomada de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022n). *Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Océano Seafood S.A.* (Informe N.º 319-2022-OEFA/DEAM-STEC). OEFA.

Los valores AMBI registrados para el emisario de Océano alcanzaron sus valores más altos en los puntos OSF-EM (AMBI=6,00), ubicados en el emisario submarino; y en el punto OSF-O (AMBI=5,56), ubicado en la zona de mezcla, lo que mostró una marcada diferencia respecto a los puntos de control donde el estado ecológico se identificó como moderado (OEFA, 2022n).

b) Estado ecológico del entorno de los emisarios submarinos ubicados en la zona industrial III

Tabla 30. Interpretación del índice AMBI en torno al emisario de Altair

Denominación	Punto	AMBI	Nivel de disturbio	Estado ecológico
Emisario real	ALT-EM	3,83	Moderadamente perturbado	Moderado
Control	BK-ZI3-1	2,34	Ligeramente perturbado	Bueno
	MPait2	1,93	Ligeramente perturbado	Bueno
	MPait3	3,85	Moderadamente perturbado	Moderado

Nota: Tomada de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022k). *Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Pesquera Altair S.A.C.* (Informe N.º 316-2022-OEFA/DEAM-STEC). OEFA.

En la tabla 30, se muestran los resultados del emisario de Altair, en los cuales el rango de valores se registra de 1,93 a 3,85. Los valores más bajos se presentan en los controles BK-ZI3-1 (AMBI=2,34) y Mpait2 (AMBI= 1.93), mientras que los valores más altos fueron registrados en el emisario submarino ALT-EM (AMBI= 3,83) y el punto de control Mpait 3 (AMBI=3,85). El grado de perturbación fue muy similar entre el emisario ALT-EM y el punto de control Mpait3 (OEFA, 2022k).

Tabla 31. Interpretación del índice AMBI en torno al emisario de Exalmar

Denominación	Punto	AMBI	Nivel de disturbio	Estado ecológico
Emisario real	EXA-EM	2,81	Ligeramente perturbado	Bueno
Zona de mezcla	EXA-E	2,41	Ligeramente perturbado	Bueno
	EXA-O	2,06	Ligeramente perturbado	Bueno
Emisario teórico	EXA-EM-T	2,46	Ligeramente perturbado	Bueno
Control	BK-ZI3-1	2,34	Ligeramente perturbado	Bueno
	MPait2	1,93	Ligeramente perturbado	Bueno
	MPait3	3,85	Moderadamente perturbado	Moderado

Nota: Tomada de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022m). *Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Pesquera Exalmar S.A.A.* (Informe N° 318-2022-OEFA/DEAM-STEC). OEFA.

Como se observa en la tabla 31, el estado ecológico del entorno del emisario de Exalmar presenta en su mayoría puntos en un nivel ligeramente perturbado, a excepción del punto Mpait3 que identifica un estado ecológico moderado. Sin embargo, por la valoración AMBI, se puede observar que existe la tendencia en el punto EXA-EM (emisario real) hacia a una menor riqueza y abundancia (OEFA, 2022m).

Tabla 32. Interpretación del índice AMBI en torno al emisario de Santa Mónica

Denominación	Punto	AMBI	Nivel de disturbio	Estado ecológico
Emisario	SMO-EM	5,73	Fuertemente perturbado	Moderado
Zona de mezcla	SMO-E	2,78	Ligeramente perturbado	Bueno
	SMO-O	2,37	Ligeramente perturbado	Bueno
Control	BK-ZI3-1	2,34	Ligeramente perturbado	Bueno
	MPait2	1,93	Ligeramente perturbado	Bueno
	MPait3	3,85	Moderadamente perturbado	Moderado

Nota: Tomada de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022o). *Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Industrial Pesquera Santa Mónica S.A.* (Informe N° 322-2022-OEFA/DEAM-STEC). OEFA.

De acuerdo con la tabla 32, el estado ecológico del hábitat del emisario Santa Mónica, según los criterios del AMBI, describe el punto asociado al emisario como un lugar fuertemente perturbado, un escenario que difiere con el estado moderado descrito para Mpait3 y que contrasta con los sitios control Mpait2 y BK-ZI3-1, así como con los puntos localizados en la zona de mezcla (SMO-E, SMO-O), donde el estado ecológico se caracterizó por una ligera perturbación en el fondo bentónico.

Tabla 33. Interpretación del índice AMBI en torno al emisario de Industria Atunera

Denominación	Punto	AMBI	Nivel de disturbio	Estado ecológico
Emisario	ATU-EM-T	3,83	Moderadamente perturbado	Moderado
Control	BK-ZI3-1	2,34	Ligeramente perturbado	Bueno
	MPait2	1,93	Ligeramente perturbado	Bueno
	MPait3	3,85	Moderadamente perturbado	Moderado

Nota: Tomada de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022). *Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Industria Atunera S.A.C.* (Informe N° 317-2022-OEFA/DEAM-STEC). OEFA.

El estado ecológico del hábitat bentónico del emisario de Industria Atunera, según criterios AMBI, identifica el punto asociado a emisor submarino ATU-EM-T y el punto control Mpait3 como condiciones de perturbación moderada, en un nivel mayor a lo observado para el punto control de la zona industrial III (BK-ZI3-1) y Mpait2 que se correspondieron con un buen estado ecológico.

4.1.6 Resultados del objetivo específico 6

Evaluar el uso de instrumental regulatorio del OEFA para influenciar positivamente en el progresivo cumplimiento de la normatividad ambiental y los instrumentos de gestión ambiental entre los administrados del sector industrial de pesca de consumo humano de la bahía de Paita

El OEFA (DSAP-CPES), durante el periodo 2022, realizó ocho acciones de supervisión regular *in situ* a los establecimientos industriales pesqueros (EIP) ubicados en las zonas industriales I y III de Paita.

Durante dichas supervisiones, se verificaron las obligaciones ambientales referidas a la disposición final de los efluentes industriales (emisario submarino); los resultados se presentan en la tabla 34.

Sin perjuicio de ello, en atención al principio preventivo y correctivo, previsto en el literal e) del artículo 4 del Reglamento de Supervisión del OEFA, se realizaron cinco actas de reunión para requerir información a los administrados. Asimismo, se suscribió un acta de acuerdo de cumplimiento con el administrado Pesquera Exalmar S.A.A., por un probable riesgo ambiental. En esa acta se le otorgó un plazo razonable para adecuar sus conductas de conformidad a lo establecido en sus instrumentos de gestión ambiental o la normatividad ambiental vigente.

Por lo expuesto anteriormente, se concluye que las supervisiones ambientales han generado cambios en la conducta de los titulares de los EIP, que permiten la adecuación a su realidad particular y el cumplimiento de sus compromisos ambientales.

Tabla 34. Estado del cumplimiento de la obligación ambiental disposición final (emisario submarino) de las zonas industriales I y III de la bahía de Paita

N.º	Administrado	Ubicación	Longitud IGA (m)	Longitud (m)	Diferencias (m)	Acciones realizadas	Estado de la obligación
1	Seafrost	Zona I	800	789,00	11,00	Reparó las toberas y reubicó el emisario submarino.	Conforme a su obligación.
2	Marina	Zona I	286	286,00			Conforme a su obligación.
3	Océano	Zona I	150	190,00			Conforme a su obligación, la empresa cuenta con una actualización de IGA.
4	Hayduk	Zona I	1 485,5	964,00	521,50	No opera, hace más de un año motivada por la venta de la empresa.	No conforme.
5	Altair	Zona III	330,00	88,00	242,00	Instaló el emisario submarino de 330 m.	Conforme a su obligación.
6	Exalmar	Zona III	901,03	328,00	573,03	Alargará el emisario submarino (mayo de 2023), hará un control de la zona de mezcla (enero-abril del 2023) e inició los tramites de actualización de IGA para modificación de difusor.	No conforme.
7	Santa Mónica	Zona III	269,95	255,00	14,95	En proceso de actualización de IGA.	No conforme.
8	Atunera	Zona III	500,00	70,00	430,00	En proceso de actualización de IGA.	No conforme.

Nota: Elaboración propia.







V.
EXPERIENCIA
REGULATORIA



La finalidad de la fiscalización ambiental es asegurar el cumplimiento de la legislación ambiental por parte de todas las personas naturales o jurídicas, lo que permite que todas las actividades que supervisa se desarrollen respetando y preservando la calidad ambiental (Ley N.º 29325, 2009).

Para garantizar que la planificación de la fiscalización ambiental se realizó de manera eficiente y efectiva, se identificaron los problemas ambientales más relevantes de la bahía de Paita en torno a las condiciones ambientales del mar, la calidad de cada efluente, las características de los emisarios submarinos las características de sedimentos y macrobentos en la zona.

El resultado de este trabajo conjunto —enmarcado en el criterio de priorización de seguimiento de resultados de supervisiones anteriores para ver la evolución del entorno— generó ocho evaluaciones de causalidad alrededor de los emisarios submarinos, lo que demostró que el estado de la calidad de dichos ambientes ha mejorado progresivamente, en comparación al 2016. Sin embargo, respecto al componente hidrobiológico, en el análisis sobre la comunidad macrobentónica —mediante el índice AMBI en las zonas industriales I y III—, se puede observar que los EIP muestran impactos negativos, producto de las descargas realizadas en años previos. Por eso, en el marco de la función supervisora, se aplicó la estrategia de promoción del cumplimiento, descrita en el capítulo I. Esto ha generado acuerdos de cumplimiento con los administrados.

Los acuerdos se lograron a partir de las coordinaciones efectuadas con los administrados a través de reuniones, en las cuales se generaron actas de reunión que tuvieron como finalidad dar atención oportuna al requerimiento de información y realizar la firma del acuerdo de cumplimiento, como estrategia para propiciar un compromiso con una tarea definida y su respectivo plazo, tal como se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 35. Compromiso con los administrados en el marco de las supervisiones

N.º	Administrado	Documentos generados	Compromisos
1	Industria Atunera S.A.C.	Acta de Reunión Digital N.º 022-2022-OEFA/DSAP-CPES	No se presentó, el administrado solicitó reprogramación.
2	Industria Atunera S.A.C.	Acta de Reunión Digital N.º 023-2022-OEFA/DSAP-CPES	Remisión del proyecto de actualización del instrumento de gestión ambiental presentado al Produce, en un plazo de tres días hábiles.
3	Industrial Pesquera Santa Mónica S.A.	Acta de Reunión Digital N.º 024-2022-OEFA/DSAP-CPES	El administrador mostró documentación en la que evidencia la presentación de una actualización del instrumento de gestión ambiental al Produce.
4	Pesquera Altair S.A.	Acta de Reunión Digital N.º 025-2022-OEFA/DSAP-CPES	Ninguno, el administrado proporcionó detalles de la implementación de su nuevo emisario submarino de 330 m.
5	Seafrost S.A.	Acta de Reunión Digital N.º 039-2022-OEFA/DSAP-CPES	No se presentó, el administrado solicitó reprogramación.
6	Seafrost S.A.	Acta de Reunión Digital N.º 043-2022-OEFA/DSAP-CPES	Ninguno, el administrado señaló que repara las toberas y reubicará el emisario conforme a su obligación ambiental.
7	Pesquera Exalmar S.A.A.	Acta de Reunión Digital N.º 056-2022-OEFA/DSAP-CPES	El administrado se comprometió a presentar un cronograma de implementación del emisario submarino en un plazo de cinco días que, al 30 de mayo del 2023, ya tendrá implementado el emisario submarino.
8	Pesquera Exalmar S.A.A.	Acta de Acuerdo de Cumplimiento N.º 012-2022/OEFA/DSAP-CPES-AC	Realizará el monitoreo de agua de mar, de forma mensual en cinco puntos en el entorno del emisario submarino, desde enero a abril del 2023.
9	Pesquera Exalmar S.A.A.	Acta de Acuerdo de Cumplimiento N.º 013-2023/OEFA/DSAP-CPES-AC	Remitirá los avances de implementación del emisario submarino, copia de solicitud de modificación del instrumento de gestión ambiental al Produce.

Nota Elaboración propia.

El seguimiento de la información remitida por el administrado, en el marco de la supervisión y su conformidad, es evaluado en los respectivos expedientes de supervisión, cuyos registros y fechas de ingreso se encuentran detallados en la siguiente tabla:

Tabla 36. Seguimiento con los administrados en el marco de las supervisiones

N.º	Administrado	Compromiso	Seguimiento
1	Industria Atunera S.A.C.	Remitirá el proyecto de actualización del instrumento de gestión ambiental presentado al Produce, en un plazo de tres días hábiles.	La información es remitida el 14.2.2022, mediante registro 2022-E01-030320.
2	Industrial Pesquera Santa Mónica S.A.	El administrado mostró documentación en la que evidencia la presentación de una actualización del instrumento de gestión ambiental al Produce.	La presentación de la información se realizó el 21.3.2022, mediante registro 2022-E01-024263.
3	Pesquera Altair S.A.	El administrado proporcionó detalles de la implementación de su nuevo emisario submarino de 330 m	Cumplió su obligación de implementación de su nuevo emisario submarino de 330 m, acreditado el 21 de marzo del 2022.
4	Seafrost S.A.	El administrado, señaló que repara las toberas y reubicará el emisario conforme a su obligación ambiental.	La evidencia de lo señalado fue ingresada al OEFA el 11.7.2022, a través del registro 2022-E01-062950.
5	Pesquera Exalmar S.A.A.	El administrado se comprometió a presentar un cronograma de implementación del emisario submarino en un plazo de cinco días, asimismo; indicará que, al 30 de mayo del 2023, ya tendrá implementado el emisario submarino.	La información fue remitida el 14.11.2022, cuyo registro es 2022-E01-024263.

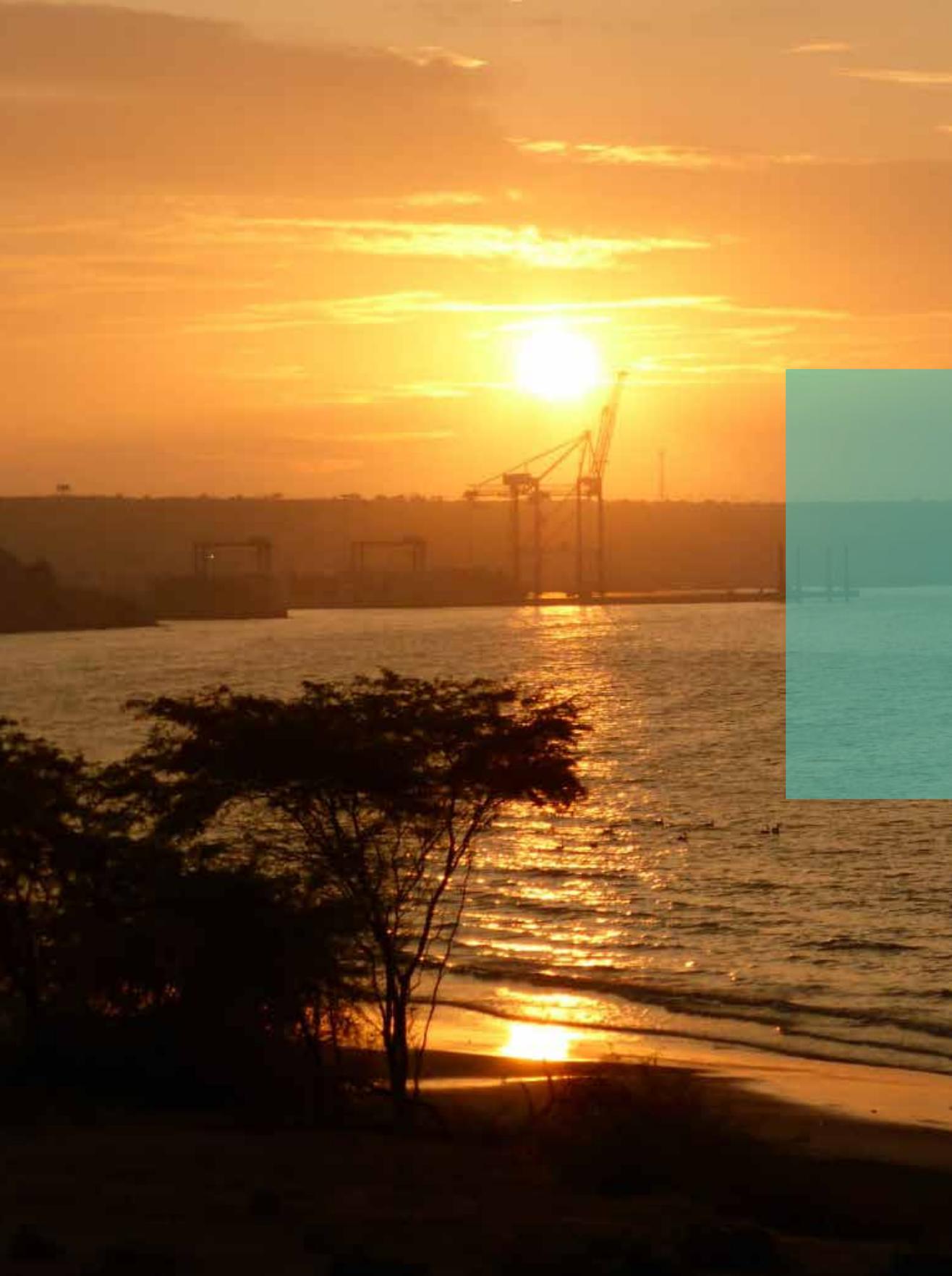
N.º	Administrado	Compromiso	Seguimiento
6	Pesquera Exalmar S.A.A.	Realizará el monitoreo de agua de mar, de forma mensual en cinco puntos en el entorno del emisario submarino, desde enero hasta abril del 2023.	La información de enero, febrero y marzo fueron remitidas mediante registros 2023-E01-151105 (7.2.2023), 2023- E01-310114 (6.3.2023) y 2023-E01-447517 (12.4.2023)
7	Pesquera Exalmar S.A.A.	Remitir los avances de implementación del emisario submarino, copia de solicitud de modificación del instrumento de gestión ambiental al Produce.	La información fue remitida fue el 19.4.2023, a través del registro 2023-E01-455979.

Nota: Elaboración propia.

Con este modelo se desea promover cambios que puedan garantizar de forma preventiva. o incluso luego de cometida la infracción, mejoras en las unidades fiscalizables. Esto se desarrolla en amparo de la Ley N.º 29325, Ley del Sinefa, la cual establece que es posible imponer medidas administrativas tales como mandatos de carácter particular o preventivo, ante la evidencia de un inminente peligro o alto riesgo de producirse un grave daño al ambiente de manera previa al inicio del procedimiento sancionador.

Por lo expuesto, la DSAP buscó que sus administrados ajusten sus conductas a lo previsto en la regulación, considerando que, entre más pronto se ejecutó el compromiso, menor será el riesgo o daño ambiental causado. Además, se evidencia un compromiso voluntario de los administrados, lo cual evitará llegar a la etapa final del procedimiento administrativo sancionador, que usualmente demanda recursos al Estado y podría tomar muchos meses antes de la imposición de la sanción.

Finalmente, todos los esfuerzos de investigación de la promoción de nuevas estrategias de cumplimiento, el diálogo y la voluntad del administrado lograrán que en un futuro la calidad de la bahía de Paita siga progresando y generarán que las partes interesadas logren un equilibrio entre las actividades económicas y el ambiente. De ese modo, los actores (la ciudadanía de dicho entorno) serán empáticos con el ambiente, pues es la fuente dadora de los recursos hidrobiológicos de los cuales dependemos.



A scenic view of a beach at sunset. The sky is filled with soft, golden light and scattered clouds. The ocean is a deep, calm blue, with gentle waves lapping at the shore. In the foreground, the sandy beach is visible, with some sparse, dark vegetation. A teal-colored rectangular overlay is positioned in the middle of the image, containing the word "CONCLUSIONES" in white, bold, uppercase letters.

CONCLUSIONES

Respecto de la empatía con el ambiente

1. Al comparar el antes y el después de la supervisión del 2022, los resultados de los análisis obtenidos para aceites y grasas (AyG), sólidos suspendidos totales (SST) y pH —presentes en los efluentes industriales pesqueros y como resultado de las acciones de supervisión de los meses de marzo, abril y junio de 2022—, se verificó que, del total de EIP emplazados en la zona industrial I, el 50 % cumplía con sus obligaciones ambientales (LMP). Del mismo modo, se verificó que, del total de EIP ubicados en la zona industrial III, el 100 % cumplía sus compromisos ambientales (LMP). Este alto grado de cumplimiento se explica porque las empresas de la zona industrial III implementaron tratamientos físicos y fisicoquímicos para la reducción de contaminantes generados por la actividad¹.

Respecto del cumplimiento del ECA

2. Al contrastar los resultados de las concentraciones de los parámetros T, pH, DBO, OD, AyG, SST y P en las zonas industriales I y III de la bahía de Paita —en las tomas puntuales de mayo y junio del 2022— se identificó que para la categoría C2:C3 se cumplió, en los 37 puntos, con lo exigido en la categoría establecida en el ECA para agua. No obstante, se debe mencionar que, de las ocho empresas emplazadas en las citadas zonas industriales, solo cuatro se encontraban evacuando sus efluentes a la bahía al momento de la toma de muestra de agua de mar.
3. Se pudo determinar, en las zonas industriales I y III, una amplia mejoría respecto al componente sedimento en el parámetro

¹ Se debe precisar que estos porcentajes responden a plantas pesqueras que al momento de la acción de evaluación (entre los meses de marzo, abril y junio del 2022) se encontraban en actividades productivas.

‘materia orgánica’, en el cual los resultados tomados en mayo y junio del 2022 reportaron en el mar valores considerablemente menores a los advertidos por la DEAM en el 2016. Se estima que este efecto positivo se debió a la inclusión el tratamiento de las aguas residuales industriales realizado por las empresas, con lo cual se reduce la carga orgánica previa a su disposición a través de los emisarios submarinos.

Respecto al componente hidrobiológico

4. El análisis sobre la comunidad macrobentónica mediante el índice AMBI, en las zonas industriales I y III — influenciadas por las descargas de efluentes de los EIP Seafrost S.A.C., Océano Seafood S.A.C, e Industrial Pesquera Santa Mónica S.A. —, presentó un fuerte impacto negativo en el punto de descarga (extremo de los emisarios submarinos), lo cual estaría asociado a la intensa actividad realizada desde años anteriores en la bahía. No sucedió lo mismo en los puntos de control y fuera de la zona de influencia de las actividades de las empresas Pesquera Hayduk S.A., Marina de Guerra, Pesquera Altair S.A.C. e Industria Atunera S.A., en los cuales se determinó un impacto negativo moderado. Finalmente, Pesquera Exalmar S.A.A. representó un impacto ligeramente perturbado en los puntos de influencia de la actividad.

Respecto del modelamiento empleado

5. El modelado de aguas residuales vertidas por las EIP realizado con el programa CORMIXv10, tomó en cuenta las características del efluente, el ambiente, la descarga y la zona de mezcla de los EIP ubicados en las zonas industriales I y III, lo que arrojó como resultado que en ningún caso se supera el ECA categoría C2:C3, para los parámetros DBO, SST y AyG en una zona de mezcla de 100 m. De acuerdo con esa predicción podríamos indicar que en los EIP ubicados en las zonas industriales I y III no influyen en

las bajas concentraciones a nivel superficial de oxígeno disuelto advertido por la ANA (en estudios anteriores) en los puntos Mpait2, Mpait3 y Mpait5.

Respecto de los métodos y procedimientos seguidos por el OEFA

6. El análisis integral de la problemática ambiental generada en la bahía de Paita por el desarrollo de la actividad industrial pesquera dio espacio para poner en marcha estrategias regulatorias que buscaron promover en los administrados involucrados el cumplimiento normativo, técnico y legal. El acercamiento a los administrados permitió identificar fórmulas que motivaron el compromiso y el seguimiento, lo cual generó y está generando cambios esperados. La DSAP y la DEAM emplearon con cada administrado el siguiente instrumental regulatorio:
 - Informes de supervisión, con los cuales se detectó el incumplimiento individual del marco normativo en aspectos técnicos y legales
 - Evaluaciones de causalidad, con las cuales se dimensionó integralmente el impacto negativo en la bahía de Paita
 - Acuerdos de cumplimiento, que significaron compromisos diversos como control de la zona de mezcla a través de monitoreos realizados al final del emisario submarino y a 100 m del final en los puntos norte, sur, este y oeste, los cuales se desarrollaron en enero, febrero, marzo y abril del 2023.
 - Compromisos de actas de reunión, que incluyeron la reubicación del emisario, la reparación de toberas y el rediseño de difusores, e implicaron inversiones y plazos que fueron generados por la promoción del cumplimiento fomentada por el OEFA

- Evaluaciones de seguimiento, que permitieron identificar integral e individualmente el impacto positivo en el mar de la bahía de Paita, al ejecutarse —o estando en marcha— los acuerdos de cumplimiento

Tabla 37 Instrumental regulatorio empleado

1. Identificación de la problemática	2. Evaluación de causalidad	3. Determinación del impacto	4. Empatía ambiental
Investigaciones científicas (UNMSM e Imarpe)	Monitoreos de agua de mar, sedimento y macrobentos	Interpretación de resultados	Acuerdos de cumplimiento
Informe de la Autoridad Nacional del Agua	Modelamiento de aguas residuales	Resultados del modelamiento de aguas residuales	Actas de reunión
Supervisión de campo (anteriores y recientes)	Aplicación del índice de calidad ecológica: índice AMBI (AZTI Marine Biotic Index)	Resultados del índice de calidad ecológica: índice AMBI (AZTI Marine Biotic Index)	Investigación integral de las zonas industriales I y III de la bahía de Paita

Nota: Elaboración propia.

Respecto del cambio de conducta de los administrados y su impacto

7. Según lo implementado por los administrados en el componente emisario submarino, el grado de cumplimiento se puede resumir de la siguiente manera:
 - a. Los ocho administrados emplazados en las zonas industriales I y III han cumplido sus obligaciones, el 75 % en la zona I y el 25% en la zona III, resalta el compromiso de cumplimiento por parte de Seafrost S.A.C., Pesquera Altair S.A y Pesquera Exalmar S.A.A.
 - b. Los estudios ambientales de Industrial Pesquera Santa Mónica S.A. e Industria Atunera S.A.C. se encuentran en proceso de actualización.

8. Finalmente, las cinco empresas que suscribieron compromisos con el OEFA, en el marco de las actas de reuniones o acuerdos de cumplimiento, realizaron lo siguiente:

- Industria Atunera S.A.C. remitió la información del proyecto de actualización del instrumento de gestión ambiental presentado al Produce, de acuerdo con el plazo establecido para el 1 de abril del 2022 a través del registro 2022-E01-030320.
- Industrial Pesquera Santa Mónica S.A. presentó documentación respecto al trámite de actualización del instrumento de gestión ambiental realizado ante el Produce. La evidencia solicitada se remitió en el plazo acordado, el 21 de marzo del 2022, mediante registro 2022-E01-024263.
- Pesquera Altair S.A. implementó su nuevo emisario submarino de 330 m y acreditó dicho cumplimiento el 21 de marzo del 2022.
- Seafrost S.A. reparó las toberas y reubicó el emisario conforme a su obligación ambiental. La evidencia de la implementación se remitió el 11 de julio del 2022 a través del registro 2022-E01-062950.
- Pesquera Exalmar S.A.A. realizó tres acciones:
 - (i) Presentó el cronograma de implementación del emisario submarino en un plazo de cinco días. El plazo comprometido para la instalación tiene como fecha límite el 30 de mayo del 2023. De acuerdo con él, el 14 de noviembre del 2022, mediante registro 2022-E01-024263, se remitió dicha programación.
 - (ii) Ejecutó el monitoreo de agua de mar, de forma mensual, en cinco puntos en el entorno del emisario submarino, desde enero a abril del 2023. El cumplimiento del compromiso se informó al OEFA mediante los registros 2023-E01-151105 (7.2.2023), 2023-E01-310114 (6.3.2023) y 2023-E01-447517 (12.4.2023).

- (iii) Remitió los avances de implementación del emisario submarino, así como la copia de solicitud de modificación del instrumento de gestión ambiental realizada ante el Produce. Dicho cumplimiento se ejecutó el 19 de abril del 2023 a través del registro 2023-E01-455979.

Respecto de la comunicación a entidades competentes en materias vinculantes

9. Si bien el OEFA —dentro del marco de sus competencias y a partir de sus métodos y procedimientos— detectó los incumplimientos regulatorios de los EIP, los resultados de las acciones de fiscalización fueron comunicadas a la ANA y a la Dicapi, detallándose la ubicación georreferencial y las dimensiones de los emisarios submarinos. Dentro de las funciones de la ANA, esta entidad ejerce acciones de fiscalización ambiental sobre los derechos otorgados en el marco de la Ley N.º 29338, Ley de Recursos Hídricos y su Reglamento, aprobado por Decreto Supremo N.º 001-2010-AG (permisos, autorizaciones y licencias de uso de agua). La Dicapi ejerce sus funciones de fiscalización ambiental sobre las actividades que se desarrollan o tengan alcance en el medio acuático conforme el Decreto Supremo N.º 015-2014-DE. Asimismo, las actividades realizadas en los terrenos ribereños hasta los cincuenta metros, medidos a partir de la línea de más alta de la marea del mar y las riberas, se realiza conforme el Decreto Legislativo N.º 1147.



OPORTUNIDADES DE MEJORA



Posibles de implementar en el OEFA

1. Respecto al componente emisario submarino, la DSAP debe convocar la participación de la Dirección General de Asuntos Ambientales Pesqueros y Acuícolas (DGAAMPA) del Produce y otras autoridades facultadas a emitir opinión vinculante, con la finalidad de mejorar la evaluación de los compromisos de los instrumentos de gestión ambiental, así como el plazo de atención para la aprobación de dicho instrumento. De esta manera, las acciones de supervisión serán más efectivas y evitarán el uso de más recursos del Estado. El enfoque productivo y ambiental se puede complementar con la participación activa de estas entidades, por lo que un convenio entre el OEFA y la DGAAMPA del Produce puede convertirse en un compromiso interinstitucional para congraciar la actividad productiva pesquera con el ambiente.
2. Se deben promover acciones de supervisión conjuntas que sumen a la ANA y la Dicapi, para efectuar fiscalizaciones sobre componentes claves, con la finalidad de asegurar la calidad de la información (diversa) remitida por el administrado en cumplimiento de sus obligaciones y compromisos. Esta alianza permitiría que entidades involucradas en la fiscalización de las actividades de procesamiento industrial realicen el cumplimiento de sus funciones con mayor eficacia.
3. La Coordinación Ambiental en Pesca de la DSAP —en caso de identificar plantas que cumplen con los LMP de dicho sector y en caso de que las actividades posean impactos catalogados como leves y moderados— debería dejar de planificar acciones de supervisión y concentrarse en otras unidades fiscalizables, priorizando la supervisión ambiental de aquellos EIP, donde se haya identificado impactos significativos graves en los cuerpos receptores.

4. El OEFA debe asegurar que, cuando se requiera establecer causalidad entre los impactos de un administrado y el perjuicio obtenido en un ambiente, se realice el monitoreo de los cuerpos receptores (agua de mar) considerando las siguientes condiciones: (i) que la unidad fiscalizable esté realizando actividades productivas y (ii) que a razón de la operación se esté realizando vertimientos de sus efluentes a través de sus emisarios submarinos, lo que aseguraría medir la influencia de la actividad en los cuerpos receptores y las posibles transgresiones de los ECA.

5. La DSPA, recogiendo la sistematización y aprendizaje del presente caso, debe replicar las estrategias regulatorias empleadas para atender problemáticas similares en bahías donde están establecidas EIP con actividad predominante de consumo humano indirecto, por lo que es importante actuar junto a entidades como la ANA, la DGAAMPA, el Imarpe y la Dicapi.

Posibles de implementar por Produce

6. En virtud de los resultados del modelado aplicado en el caso de la bahía de Paita, es importante que la DGAAMPA del Produce considere incluir, en los términos de referencia para la elaboración de los instrumentos de gestión ambiental, el acápite de modelado de aguas residuales, ya que esto brindará una predicción de las zonas de mezcla y una aproximación donde el o los parámetros contaminantes decaen y los resultados se hacen concordantes al ECA para agua.

7. La legislación nacional no establece control sobre la comunidad macrobentónica a cargo de los administrados cuyas aguas residuales —con o sin tratamiento— impactan en un cuerpo de agua, por lo que es recomendable que Imarpe y Produce

complementen lo evaluado para establecer el compromiso de control, frecuencia o periodos de muestreo. Sobre el particular, el programa AMBI —empleado en este estudio— establece la calidad ecológica de los puntos de influencia de las actividades productivas y puede ser un método de aplicación exigible a los administrados.

Posibles de implementar por los administrados

8. Los administrados de bahías como el Callao (provincia constitucional del Callao), Pisco (departamento de Ica) y Coishco (departamento de Áncash), cuyos entornos evidencian impactos pueden voluntariamente agruparse de acuerdo con su ubicación, y recurrir al OEFA para aplicar la estrategia de “actas de compromiso”² a fin de programar actividades de adecuación con un cronograma definido, y así evitar procedimientos sancionadores que implican mayores gastos al Estado, el titular, y demandan un tiempo excesivo hasta la resolución final. Con la promoción de este mecanismo, aseguramos que se reviertan en un menor plazo las afectaciones al ambiente y a la ciudadanía residente próxima a una bahía.

² Actas de compromiso: Documento que consigna el compromiso de cumplimiento del administrado. Sustituye a los acuerdos de cumplimiento. Resolución de Gerencia General N.º 00033-2023-OEFA/GEG, del 2023. Aprobar el Manual de Procedimientos “Supervisión Ambiental”, que como Anexo forma parte integrante de la presente Resolución. 10 de abril del 2023







REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Borja, Á., Franco, J. y Pérez, V. (2000). A marine biotic index to establish the ecological quality of soft bottom benthos within european estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin*, 40(12), 1100-1114. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(00\)00061-8](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(00)00061-8)

Cabrera, C., Guadalupe, E., Maldonado, M., Gómez, W., Abad, R., Giraldo, A., y Quispe, J. (2005). Evaluación ambiental de la bahía de Paita. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos*, 8(15), 14-18.

Flores, J. y Vega, J. (2021). *Monitoreo de la calidad de los recursos superficiales en la bahía de Paita año 2020*. (Informe Técnico N.º 16-2021-ANA-AAA.JZ-ALA.CHI- AT/EJFF).

Gonzales, I., Sanjinez, M., Beltrán, L., Macalupú, J., Caccha, L., Rodriguez, A., y Quispe, J. (2009). *Delimitación y caracterización de los bancos naturales de invertebrados marinos, zonas de pesca artesanal y áreas propuestas para maricultura, entre Punta Foca y Bocana de Colan, en el litoral de la región Piura*. https://rnia.produce.gob.pe/wp-content/uploads/2019/09/Inf-BBNN-Piura-Punta-Foca_Bocana-de-Colan.pdf

Graco, M., Ledesma, J., Flores, G., Girón, M., Calienes, R., Guillén, O., y Lostaunau, N. (2007). Nutrientes, oxígeno y procesos biogeoquímicos en el sistema de surgencias de la corriente de Humboldt frente a Perú. *Rev. Peru. Biol*, 14, 117-128. [http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe:8080/bitstream/handle/123456789/1051/BOL_10\(1\).pdf?sequence=1%5Cnhttp://www.scielo.org.pe/pdf/rpb/v14n1/v14n01a21.pdf](http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe:8080/bitstream/handle/123456789/1051/BOL_10(1).pdf?sequence=1%5Cnhttp://www.scielo.org.pe/pdf/rpb/v14n1/v14n01a21.pdf)

Guíñez, M., Valdés, J., y Siffedine, A. (2010). Variabilidad espacial y temporal de la materia orgánica sedimentaria, asociada a la Zona de Mínimo Oxígeno (ZMO), en un ambiente costero del norte de la corriente de Humboldt, bahía de Mejillones, Chile. *Lat. Am. J. Aquat. Res.*, 38(2):

242-253.<http://lajar.cl/index.php/rlajar/article/viewFile/vol38-issue2-fulltext-9/99>

Instituto del Mar del Perú [Imarpe] (2010). *Informe Nacional sobre el estado del Ambiente Marino del Perú*. Imarpe. <https://www.minam.gob.pe/comuma/wp-content/uploads/sites/106/2019/04/Calidad-Marina-IMARPE.pdf>

Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI] (2021). *Piura compendio estadístico 2021, edición Bicentario*. INEI.

Ley 29325 de 2009. *Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental*. 01 de marzo del 2009. Número 319534-1

Municipalidad Provincial de Paita (2019). *Diagnóstico de brechas*. Municipalidad Provincial de Paita. <http://municipaita.gob.pe/portal/jdownloads/pmi/diagnostico%20de%20brechas.pdf>

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2016). *Evaluación ambiental de la bahía de Paita durante el año 2016* (Informe N.º 122-2016-OEFA/DE-SDLB-CEAI). OEFA.

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2017). *Informe complementario de evaluación ambiental de la comunidad macrobentónica en la bahía de Paita durante la temporada de veda de 2016*. (Informe N.º 013-2017-OEFA/DE-SDLB-CEAPIA).

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2019a). *Resultado de supervisión al establecimiento industrial pesquero Industrial Pesquera Santa Mónica S.A.* (Informe de Supervisión N.º 310-2019-OEFA/DSAP-CPES).

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2019b). *Guía de orientación para el Planefa*. OEFA.

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2020^a). *Resultado de supervisión al establecimiento industrial pesquero Oceano Seafood S.A.* (Informe de Supervisión N.º 43-2020-OEFA/DSAP-CPES).

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2020b). *Resultado de supervisión al establecimiento industrial pesquero Seafrost S.A.C.* (Informe de Supervisión N.º 163-2020-OEFA/DSAP-CPES)

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2020c). *Resultado de supervisión al establecimiento industrial pesquero Pesquera Hayduk S.A.* (Informe de Supervisión N.º 164-2020-OEFA/DSAP-CPES).

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022a). *Resultado de supervisión al establecimiento industrial pesquero Industrial Pesquera Santa Mónica S.A.* (Informe de Supervisión N.º 71-2022-OEFA/DSAP-CPES).

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022b). *Resultado de supervisión al establecimiento industrial pesquero Industria Atunera S.A.C.* (Informe de Supervisión N.º 72-2022-OEFA/DSAP-CPES).

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022c). *Resultado de supervisión al establecimiento industrial pesquero Pesquera Altair S.A.* (Informe de Supervisión N.º 73-2022-OEFA/DSAP-CPES).

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022d). *Resultado de supervisión al establecimiento industrial pesquero Pesquera Hayduk S.A.* (Informe de Supervisión N.º 76-2022-OEFA/DSAP-CPES)

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022e). Informe de Supervisión N.º 96-2022-OEFA/DSAP-CPES. *Resultado de supervisión al establecimiento industrial pesquero Oceano Seafood S.A.*

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022f). *Resultado de supervisión al establecimiento industrial pesquero Seafrost S.A.C.* (Informe de Supervisión N.º 99-2022-OEFA/DSAP-CPES). OEFA.

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022g). Informe de Supervisión N.º 100-2022-OEFA/DSAP-CPES. *Resultado de supervisión al establecimiento industrial pesquero Marina de Guerra del Perú.* OEFA.

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022h). *Resultado de supervisión al establecimiento industrial pesquero Pesquera Exalmar S.A.A.* (Informe de Supervisión N.º 102-2022-OEFA/DSAP-CPES). OEFA.

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022i). *Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Pesquera Hayduk S.A.* (Informe N.º 314-2022-OEFA/DEAM-STEC). OEFA.

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022j). *Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Marina de Guerra* (Informe N.º 315-2022-OEFA/DEAM-STEC). OEFA.

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022k). *Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Pesquera Altair S.A.C.* (Informe N.º 316-2022-OEFA/DEAM-STEC). OEFA.

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022l). *Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Industria Atunera S.A.C.* (Informe N.º 317-2022-OEFA/DEAM-STEC). OEFA.

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022m). *Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Pesquera Exalmar S.A.A.* (Informe N.º 318-2022-OEFA/DEAM-STEC). OEFA.

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022n). *Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Océano Seafood S.A.* (Informe N.º 319-2022-OEFA/DEAM-STEC). OEFA.

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022ñ). *Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Seafrost S.A.C.* (Informe N.º 320-2022-OEFA/DEAM-STEC). OEFA.

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022º). *Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Industrial Pesquera Santa Mónica S.A.* (Informe N.º 322-2022-OEFA/DEAM-STEC). OEFA.

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022p). *Reporte del modelamiento meteorológico para la evaluación ambiental de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de la actividad de procesamiento industrial de recursos hidrobiológicos localizado en la zona industrial I y III de la bahía de Paita, distrito y provincia de Paita, departamento de Piura en el 2022.* (Reporte N.º 018-2022-STEC). OEFA.

Resolución de Consejo Directivo N.º 006-2019-OEFA/CD (15 de febrero del 2019). [Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental]. Aprueban el “Reglamento de Supervisión”.

Resolución del Consejo Directivo N.º 013-2020-OEFA/CD (19 de julio del 2020). [Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental]. Resolución que aprueba el Reglamento de Evaluación del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental-OEFA.

Spalding, M. D., Fox, H. E., Allen, G. R., Davidson, N., Ferdaña, Z. A., Finlayson, M., Halpern, B. S., Jorge, M. A., Lombana, A., Lourie, S. a., Martin, K. D., Mcmanus, E., Molnar, J., Recchia, C. A., y Robertson, J. (2007). Marine Ecoregions of the World: A Bioregionalization of Coastal and Shelf Areas. *BioScience*, 57(7), 573-583. <https://doi.org/10.1641/B570707>

Yupanqui, W., Enríquez, E., Quipúzcoa, L., Marquina, R., Velazco, F., Paredes, C. y Gutiérrez, D. (2011). Composición funcional del grupo polychaeta en la bahía de Paita y la plataforma adyacente (5°S), Perú. Febrero 2003 a octubre 2008. *Boletín del Instituto de Mar de Perú*, 26, 65-73.





ANEXOS

An aerial photograph of a coastal town, likely in a tropical region, showing buildings, roads, and greenery. The image is overlaid with a semi-transparent teal color. The word "ANEXOS" is written in white, bold, sans-serif capital letters across the middle of the teal overlay.



Anexo 1

Tabla 1. Ubicación de los puntos de muestreo relacionados con el emisario submarino del EIP Seafrost S.A.C.

N.º	Código del punto de muestreo	Muestreo			Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 17M		Prof. (m)	Descripción
		Agua	Sedimento	Macro-bentos	Este (m)	Norte (m)		
Emisor submarino y zona de mezcla								
1	SFR-EM-T	X	X	X	485 999	9 440 098	24,2	Punto ubicado al final propuesto del emisario submarino
2	SFR-EM	X	X	X	486 165	9 440 064	25,5	Punto ubicado al final del emisario submarino
3	SFR-E	X-	X	X	486 265	9 440 064	24,9	Punto ubicado 100m al este del final del emisario submarino
4	SFR-O	X	-	-	486 085	9 440 064	25,3	Puntos ubicado 100 m al oeste del final del emisario submarino
5	SFR-S	X	-	-	486 165	9 439 964	22,4	Punto ubicado 100m al sur del final del emisario submarino
6	SFR-N	X	-	-	486 165	9 440 164	26,4	Punto ubicado 100m al norte del final del emisario submarino
Puntos de control								
7	BK-ZI1-1	X	X	X	486 095	9 439 606	14,3	Punto blanco ubicado en el mar de Paita frente a la zona industrial 1
8	BK-ZI1-2	X	X	X	485 582	9 440 356	29,9	Punto blanco ubicado en el mar de Paita frente a la zona industrial 1
9	BK-ZI1-3	X	X	X	486 938	9 438 814	8,8	Punto blanco ubicado en el mar de Paita frente a la zona industrial 1
10	MPait5	X	X	X	486 241	9 439 739	19,4	Punto blanco ubicado en el mar de Paita frente a la zona industrial 1
Establecimiento industrial pesquero								
11	DT-SZI-PAI*	X	-	-	486 113	9 439 280	-	Punto de seguimiento de agua residual industrial ubicado en el EIP colectado por la DSAP/CPES

Nota: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022ñ). *Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Seafrost S.A.C.* (Informe N.º 320-2022-OEFA/DEAM-STECA). OEFA.

Tabla 2. Ubicación de los puntos de muestreo relacionado con el emisario submarino del EIP Océano Seafood S.A.

N.º	Código del punto de muestreo	Muestreo			Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 17M		Prof. (m)	Descripción
		Agua	Sedimento	Macro-bentos	Este (m)	Norte (m)		
Emisor submarino y zona de mezcla								
1	OSF-EM	X	X		486 484	9 439 363	15,0	Punto ubicado al final del emisario submarino
2	OSF-N	X	-	-	486 484	9 439 463	17,2	Punto ubicado a 100m al norte del final del emisario submarino
3	OSF-S	X-	-	-	486 484	9 439 263	12,8	Punto ubicado a 100m al sur del final del emisario submarino
4	OSF-E	X	X	-	486 584	9 439 363	16,6	Punto ubicado a 100m al este del final del emisario submarino
5	OSF-O	X	X	X	486 384	9 439 363	14,3	Punto ubicado a 100m al oeste del final del emisario submarino
Puntos de control								
6	BK-ZI1-1	X	X	X	486 095	9 439 606	14,3	Punto blanco ubicado en el mar de Paita frente a la zona industrial 1
7	BK-ZI1-2	X	X	X	485 582	9 440 356	29,9	Punto blanco ubicado en el mar de Paita frente a la zona industrial 1
8	BK-ZI1-3	X	X	X	486 938	9 438 814	8,8	Punto blanco ubicado en el mar de Paita frente a la zona industrial 1
9	MPait5	X	X	X	486 241	9 439 739	19,4	Punto blanco ubicado en el mar de Paita frente a la zona industrial 1
Establecimiento industrial pesquero								
10	EF-1	X	-	--	486 390	9 439 451	0	Punto de seguimiento de agua residual industrial ubicado en el EIP colectado por la DSAP/CPES

Nota: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022ñ). *Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Seafrost S.A.C.* (Informe N.º 320-2022-OEFA/DEAM-STEC). OEFA.

Tabla 3. Ubicación de los puntos de muestreo relacionados con el emisario submarino del EIP Estación Naval de Paita (Marina de Guerra del Perú)

N.º	Código del punto de muestreo	Muestreo			Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 17M		Prof. (m)	Descripción
		Agua	Sedimento	Macro-bentos	Este (m)	Norte (m)		
Emisor submarino y zona de mezcla								
1	NAV-EM	X	X		486 714	9 439 168	15	Punto ubicado al final del emisario submarino
Puntos de control								
2	BK-ZI1-1	X	X	X	486 095	9 439 606	14,3	Punto blanco ubicado en el mar de Paita frente a la zona industrial 1
3	BK-ZI1-2	X	X	X	485 582	9 440 356	29,9	Punto blanco ubicado en el mar de Paita frente a la zona industrial 1
3	BK-ZI1-3	X	X	X	486 938	9 438 814	8,8	Punto blanco ubicado en el mar de Paita frente a la zona industrial 1
4	MPait5	X	X	X	486 241	9 439 739	19,4	Punto blanco ubicado en el mar de Paita frente a la zona industrial 1

Nota: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022j). *Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Marina de Guerra.* (Informe N° 315-2022-OEFA/DEAM-STEC). OEFA.

Tabla 4. Ubicación de los puntos de muestreo relacionados con el emisario submarino del EIP Pesquera Hayduk S.A.

N.º	Código del punto de muestreo	Muestreo			Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 17M		Prof. (m)	Descripción
		Agua	Sedimento	Macro-bentos	Este (m)	Norte (m)		
Emisor submarino y zona de mezcla								
1	HAY-EM-T	X	X	X	486 114	9 440 334	28,8	Punto ubicado al final propuesto del emisario submarino
2	HAY-EM	X	X	X	486 426	9 439 862	22,3	Punto ubicado al final del emisario submarino
Puntos de control								
3	BK-ZI1-1	X	X	X	486 095	9 439 606	14,3	Punto blanco ubicado en el mar de Paita frente a la zona industrial 1
4	BK-ZI1-2	X	X	X	485 582	9 440 356	29,9	Punto blanco ubicado en el mar de Paita frente a la zona industrial 1
5	BK-ZI1-3	X	X	X	486 938	9 438 814	8,8	Punto blanco ubicado en el mar de Paita frente a la zona industrial 1
6	MPait5	X	X	X	486 241	9 439 739	19,4	Punto blanco ubicado en el mar de Paita frente a la zona industrial 1

Nota: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022i). *Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Pesquera Hayduk S.A.* (Informe N.º 314-2022-OEFA/DEAM-STEC). OEFA.

Tabla 5. Ubicación de los puntos de muestreo relacionados con el emisario submarino del EIP Pesquera Altair S.A.C.

N.º	Código del punto de muestreo	Muestreo			Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 17M		Prof. (m)	Descripción
		Agua	Sedimento	Macro-bentos	Este (m)	Norte (m)		
Emisor submarino y zona de mezcla								
1	ALT-EM	X	X	X	484 139	9 439 158	15	Punto ubicado al final propuesto del emisario submarino
Puntos de control								
2	BK-ZI3-1	X	X	X	482 830	9 439 254	10,8	Punto blanco ubicado en el mar de Paíta frente a la zona industrial 3
3	MPait2	X	X	X	483 337	9 439 150	14,2	Punto blanco ubicado en el mar de Paíta frente a la zona industrial 3
4	MPait3	X	X	X	484 061	9 439 370	19,3	Punto blanco ubicado en el mar de Paíta frente a la zona industrial 3

Nota: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022k). *Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Pesquera Altair S.A.C.* (Informe N.º 316-2022-OEFA/DEAM-STEC). OEFA.

Tabla 6. Ubicación de los puntos de muestreo relacionados con el emisario submarino del EIP Industrial Pesquera Santa Mónica S.A.

N.º	Código del punto de muestreo	Muestreo			Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 17M		Prof. (m)	Descripción
		Agua	Sedimento	Macro-bentos	Este (m)	Norte (m)		
Emisor submarino y zona de mezcla								
1	SMO-EM	X	X	X	483 922	9 438 938	12,5	Punto ubicado al final del emisor submarino
2	SMO-N	X	X	-	483 922	9 439 088	16,3	Punto ubicado a 150m al norte del final del emisor submarino
3	SMO-S	X-	X	-	483 922	9 438 788	7,1	Punto ubicado a 150m al sur del final del emisor submarino
4	SMO-E	X	-	X	484 072	9 438 938	7,3	Punto ubicado a 150m al este del final del emisor submarino
5	SMO-O	X	-	X	483 772	9 438 938	14,9	Punto ubicado a 150m al oeste del final del emisor submarino
Puntos de control								
7	BK-ZI3-1	X	X	X	482 830	9 439 254	10,8	Punto blanco ubicado en el mar de Paita frente a la zona industrial 3
8	MPait2	X	X	X	483 337	9 439 150	14,2	Punto blanco ubicado en el mar de Paita frente a la zona industrial 3
9	MPait3	X	X	X	484 061	9 439 370	19,3	Punto blanco ubicado en el mar de Paita frente a la zona industrial 3
Establecimiento industrial pesquero								
11	DT-SM-PAI	X	-	-	484 043	9 438 675	-	Punto de seguimiento de agua residual industrial ubicado en el EIP colectado por la DSAP/CPES

Nota: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022o). *Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Industrial Pesquera Santa Mónica S.A.* (Informe N.º 322-2022-OEFA/DEAM-STEC). OEFA.

Tabla 7. Ubicación de los puntos de muestreo relacionados con el emisario submarino del EIP Industrial Atunera S.A.C

N.º	Código del punto de muestreo	Muestreo			Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 17M		Prof. (m)	Descripción
		Agua	Sedimento	Macro-bentos	Este (m)	Norte (m)		
Emisor submarino y zona de mezcla								
1	ATU-EM-T	X	X	X	484 554	9 439 503	17,8	Punto ubicado 500m mar adentro, final propuesto del emisario submarino.
2	ATU-EM	X	--	X	484 560	9 439 070	6,0	Punto ubicado al final del emisario submarino.
3	ATU-E	X-	--	-	484 753	9 439 119	1	Punto ubicado 200m al este del final del emisario submarino
4	ATU-N	X	-	X	484 560	9 439 270	9,4	Punto ubicado 200m al norte del final del emisario submarino
5	ATU-O	X	-	X	484 360	9 439 070	8,7	Punto ubicado 200m al oeste del final del emisario submarino
Puntos de control								
6	ATU-B	X	-	X	485 227	9 439 798	8,7	Punto ubicado frente a Punta Chuy
7	BK-ZI3-1	X	X	X	482 830	9 439 254	10,8	Punto blanco ubicado en el mar de Paíta frente a la zona industrial 3
8	MPait2	X	X	X	483 337	9 439 150	14,2	Punto blanco ubicado en el mar de Paíta frente a la zona industrial 3
9	MPait3	X	X	X	484 061	9 439 370	19,3	Punto blanco ubicado en el mar de Paíta frente a la zona industrial 3
Establecimiento industrial pesquero								
11	EF-ATU-1	X	-	-	484 561	9 438 999	-	Punto de seguimiento de agua residual industrial ubicado en el EIP colectado por la DSAP/CPES

Nota: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022). *Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Industria Atunera S.A.C.* (Informe N.º 317-2022-OEFA/DEAM-STEC). OEFA.

Tabla 8. Ubicación de los puntos de muestreo relacionados con el emisario submarino del EIP Pesquera Exalmar S.A.A.

N.º	Código del punto de muestreo	Muestreo			Coordenadas UTM WGS 84 – Zona 17M		Prof. (m)	Descripción
		Agua	Sedimento	Macro-bentos	Este (m)	Norte (m)		
Emisor submarino y zona de mezcla								
1	EXA-EM-T	X	X	X	483 045	9 439 532	16,7	Punto ubicado al final propuesto del emisario submarino
2	EXA-EM	X	X	X	483 197	9 438 980	10,6	Punto ubicado al final del emisario submarino.
3	EXA-E	-	X	X	483 297	9 438 980	11	Punto ubicado 100m al este del final del emisor submarino
4	EXA-O	-	X	X	483 097	9 438 980	9,8	Punto ubicado 100m al oeste del final del emisor submarino
Puntos de control								
5	BK-ZI3-1	X	X	X	486 095	9 439 606	10,8	Punto blanco ubicado en el mar de Paita frente a la zona industrial 3
6	MPait2	X	X	X	485 582	9 440 356	14,2	Punto blanco ubicado en el mar de Paita frente a la zona industrial 3
7	MPait3	X	X	X	486 938	9 438 814	19,3	Punto blanco ubicado en el mar de Paita frente a la zona industrial 3

Nota: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022m). *Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Pesquera Exalmar S.A.A.* (Informe N.º 318-2022-OEFA/DEAM-STEC). OEFA.

Anexo 2

Figura 1. Reparación de las toberas del difusor del emisario submarino de Seafrost



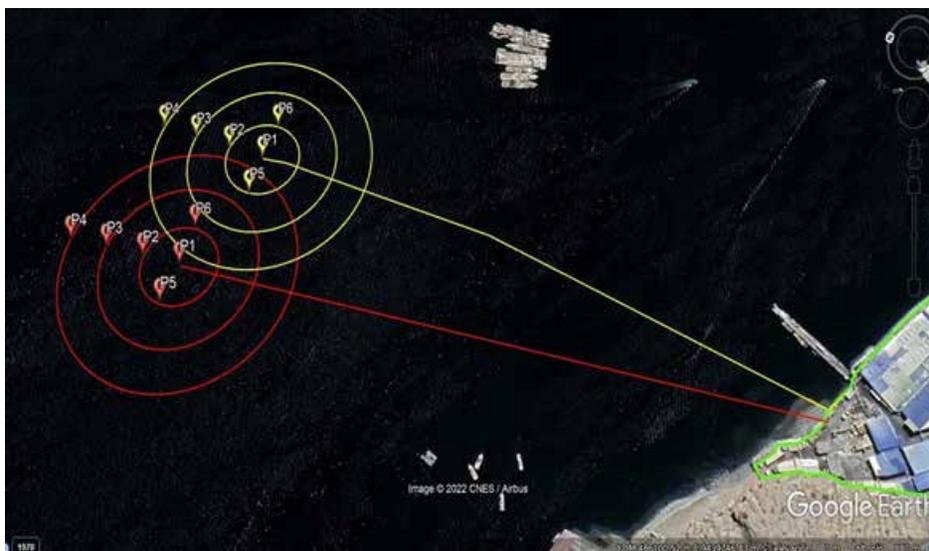
Nota: Tomado de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022f). Resultado de supervisión al establecimiento industrial pesquero Seafrost S.A.C. (Informe de Supervisión N.º 99-2022-OEFA/DSAP-CPES). OEFA.

Figura 2. Acciones de reubicación del emisario submarino de Seafrost



Nota: Tomado de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022f). Resultado de supervisión al establecimiento industrial pesquero Seafrost S.A.C. (Informe de Supervisión N.º 99-2022-OEFA/DSAP-CPES). OEFA.

Figura 3. Acciones de reubicación del emisario submarino de Seafrost



Nota: Tomado de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022f). Resultado de supervisión al establecimiento industrial pesquero Seafrost S.A.C. (Informe de Supervisión N.º 99-2022-OEFA/DSAP-CPES). OEFA.

Figura 4. Ubicación del emisario submarino de Pesquera Hayduk S.A.



Nota: Tomada Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022d). Resultado de supervisión al establecimiento industrial pesquero Pesquera Hayduk S.A. (Informe de Supervisión N.º 76-2022-OEFA/DSAP-CPES). OEFA.

Figura 5. Ubicación del emisario submarino superpuesto de Pesquera Hayduk S.A. y Marina de Guerra



Nota: Tomada de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022d). Resultado de supervisión al establecimiento industrial pesquero Pesquera Hayduk S.A. (Informe de Supervisión N° 76-2022-OEFA/DSAP-CPES). OEFA.

Figura 6. Ubicación del emisario submarino Pesquera Altair a 88 m



Nota: Tomada de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022c). Resultado de supervisión al establecimiento industrial pesquero Pesquera Altair S.A. Informe de Supervisión N° 73-2022-OEFA/DSAP-CPES. OEFA.

Figura 7. Instalación de emisario submarino de Pesquera Altair de 330 m



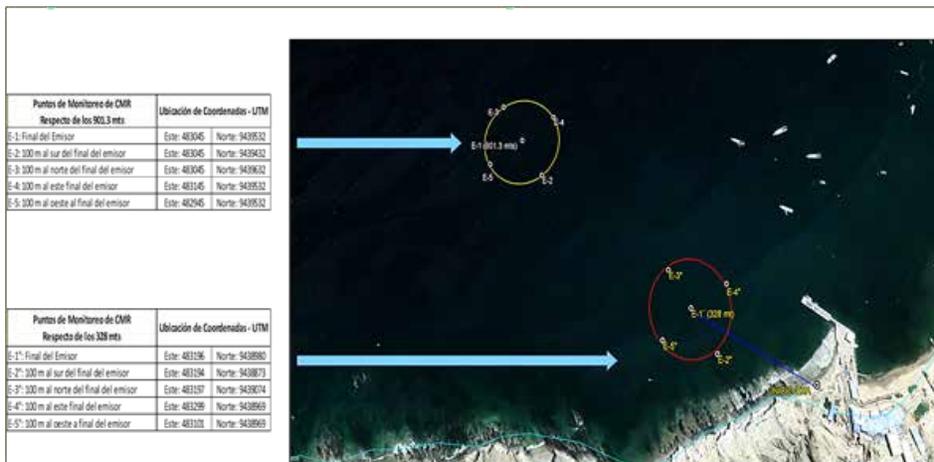
Nota: Tomada de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022c). Resultado de supervisión al establecimiento industrial pesquero Pesquera Altair S.A. (Informe de Supervisión N.º 73-2022-OEFA/DSAP-CPES). OEFA.

Figura 8. Emisario submarino de Industria Atunera fuera del área acuática concesionada



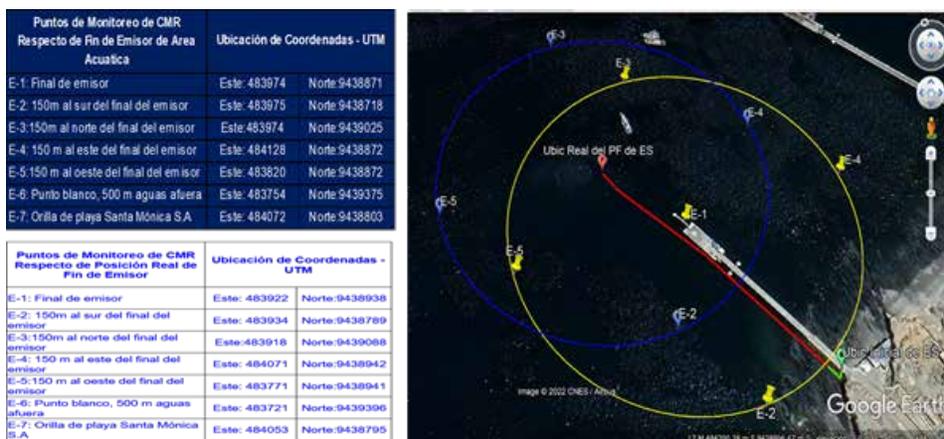
Nota: Tomada de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022b). Resultado de supervisión al establecimiento industrial pesquero Industria Atunera S.A.C. (Informe de Supervisión N.º 72-2022-OEFA/DSAP-CPES). OEFA.

Figura 9. Puntos de monitoreo de la calidad de agua donde no influye la actividad de Pesquera Exalmar



Nota: Tomada de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022h). Resultado de supervisión al establecimiento industrial pesquero Pesquera Exalmar S.A.A. (Informe de Supervisión N.º 102-2022-OEFA/DSAP-CPES). OEFA.

Figura 10. Puntos de monitoreo de la calidad de agua donde no influye la actividad de Santa Mónica



Nota: Tomada de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022a). Resultado de supervisión al establecimiento industrial pesquero Industrial Pesquera Santa Mónica S.A. (Informe de Supervisión N.º 71-2022-OEFA/DSAP-CPES). OEFA.

Anexo 3

Tabla 1. Resultados de campo y laboratorio de calidad de agua en el entorno del emisario submarino Seafrost

Parámetros	Unidad	Método de referencia	Punto		SFR-EM-T(S)		SFR-EM-T((F)		SFR-EM(S)		SFR-EM(F)		ECA para Agua D.S. N.º 004-2017-MINAM Categoría 2 C3
			Fecha		1/06/2022		1/06/2022		1/06/2022		1/06/2022		
			Hora		09:00		09:00		10:00		10:00		
			L.D.	L.C.	Valor	Incertidumbre	Valor	Incertidumbre	Valor	Incertidumbre	Valor	Incertidumbre	
Parámetros de campo													
Temperatura	(°C)	-	-	-	17,3	-	17,9	-	17,5	-	18,1	-	Δ 3
pH	(Und pH)	-	-	-	7,69	-	7,77	-	7,58	-	7,6	-	6,8 - 8,5
Oxígeno disuelto	(mg/L)	-	-	-	4,83	-	5,06	-	4,8	-	3,22	-	≥2,5
Parámetros fisicoquímicos													
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017	0,4	2	<0,20	NA	<2,0	NA	2,5	0,141	6,6	0,380	10
Aceites y grasas	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23rd Ed. 2017	0,3	0,5	<0,50	NA	-	NA	1,9	0,2820	-	NA	2,0
Sólidos suspendidos totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017	2	5	<5,0	NA	6,4	0,767	6,6	0,513	84,0	5,020	70
Fósforo total	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P B (item 5) y E, 23rd Ed. 2017	0,004	0,01	<0,010	NA	<0,010	0,00507	<0,010	NA	0,011	0,00508	(ii)
Informes de ensayo	ALAB	-	-	-	IE-22-8689		IE-22-8689		IE-22-8689		IE-22-8689		

Nota: (i) Tomada de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022ñ). Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Seafrost S.A.C. (Informe N° 320-2022-OEFA/DEAM-STEC). OEFA. (ii) El parámetro no aplica para esta subcategoría.

Tabla 2. Resultados de campo y laboratorio de calidad de agua en el entorno del emisario submarino Seafrost

Parámetros	Unidad	Método de referencia	Punto		SFR-E(S)		SFR-E(F)		SFR-O(S)		SFR-O(F)		ECA para Agua D.S. N.º 004- 2017- MINAM Categoría 2 C3
			Fecha		1/06/2022		1/06/2022		1/06/2022		1/06/2022		
			Hora		11:00		11:00		12:00		12:00		
			L.D.	L.C.	Valor	Incertidumbre	Valor	Incertidumbre	Valor	Incertidumbre	Valor	Incertidumbre	
Parámetros de campo													
Temperatura	(°C)	-	-	-	17,7	-	18,6	-	17,8	-	17,8	-	Δ 3
pH	(Und pH)	-	-	-	7,69	-	7,62	-	7,69	-	7,64	-	6,8-8,5
Oxígeno disuelto	(mg/L)	-	-	-	4,8	-	3,59	-	4,7	-	3,7	-	≥2,5
Parámetros físicoquímicos													
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017	0,4	2	< 2,0	NA	6,1	NA	<2,0	NA	<2,0	NA	10
Aceites y grasas	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23rd Ed. 2017	0,3	0,5	1,50	0,2233	0,755	NA	3,00	0,4433	-	NA	2,0
Sólidos suspendidos totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017	2	5	7,8	0,582	7,2	0,767	<5,0	NA	<5,0	NA	70
Fósforo total	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P B (item 5) y E, 23rd Ed. 2017	0,004	0,01	<0,010	NA	0,755	0,00507	<0,010	NA	<0,010	NA	(ii)
Informes de ensayo	ALAB	-	-	-	IE-22-8689		IE-22-8689		IE-22-8689		IE-22-8689		

Nota: (i) Tomada de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022ñ). Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Seafrost S.A.C. (Informe N.º 320-2022-OEFA/DEAM-STEC). OEFA. (ii) El parámetro no aplica para esta subcategoría.

Tabla 3. Resultados de campo y laboratorio de calidad de agua en el entorno del emisario submarino Seafrost

Parámetros	Unidad	Método de referencia	Punto		SFR-S(S)		SFR-S(F)		SFR-N(S)		SFR-N(F)		ECA para Agua D.S. N.º 004- 2017- MINAM Categoría 2 C3
			Fecha		1/06/2022		1/06/2022		1/06/2022		1/06/2022		
			Hora		12:35		12:35		13:00		13:00		
			L.D.	L.C.	Valor	Incertidumbre	Valor	Incertidumbre	Valor	Incertidumbre	Valor	Incertidumbre	
Parámetros de campo													
Temperatura	(°C)	-	-	-	18,8	-	18,1	-	18,5	-	17,4	-	Δ 3
pH	(Und pH)	-	-	-	7,77	-	7,61	-	7,71	-	7,67	-	6,8-8,5
Oxígeno disuelto	(mg/L)	-	-	-	5,22	-	4,54	-	4,98	-	3,71	-	≥2,5
Parámetros físicoquímicos													
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017	0,4	2	<2,0	NA	<2,0	NA	<2,0	NA	<2,0	NA	10
Aceites y grasas	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23rd Ed. 2017	0,3	0,5	<0,50	NA	-	NA	<0,50	0,4433	-	NA	2,0
Sólidos suspendidos totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017	2	5	5,0	0,420	5,5	0,449	8,0	NA	<5,0	NA	70
Fósforo total	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P B (item 5) y E, 23rd Ed. 2017	0,004	0,01	<0,010	NA	<0,010	NA	<0,010	NA	<0,010	NA	(ii)
Informes de ensayo	ALAB	-	-	-	IE-22-8689		IE-22-8689		IE-22-8692		IE-22-8692		

Nota: (i) Tomada de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022ñ). Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Seafrost S.A.C. (Informe N.º 320-2022-OEFA/DEAM-STEC). OEFA. (ii) El parámetro no aplica para esta subcategoría.

Tabla 4. Resultados de campo y laboratorio de calidad de agua en el entorno del emisario submarino de Marina de Guerra

Parámetros	Unidad	Metodo de referencia	Punto		NAV - EM (S)		NAV - EM - (F)		ECA para Agua D.S. N.º 004- 2017- MINAM Categoría 2 C3
			Fecha		8/06/2022		8/06/2022		
			Hora		12:20		12:20		
			L.D.	L.C.	Valor	Incertidumbre	Valor	Incertidumbre	
Parámetros de campo									
Temperatura	(°C)	-	-	-	17,87	-	17,83	-	Δ 3
pH	(Und pH)	-	-	-	7,66	-	7,55	-	6,8-8,5
Oxígeno disuelto	(mg/L)	-	-	-	5,03	-	2,99	-	≥ 2,5
Parámetros físicoquímicos									
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017	0,4	2	<2,0	NA	<2,0	NA	10
Aceites y grasas	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23rd Ed. 2017	0,3	0,5	<0,5	NA	-	NA	2,0
Sólidos suspendidos totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5240 D, 23rd Ed. 2017	2	5	10,9	0,761	13,1	0,888	70
Fósforo total	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P B (item 5) y E, 23rd Ed. 2017	0,004	0,01	0,016	0,00531	0,02	0,00554	(ii)
Informes de ensayo	ALAB	-	-	-	IE-22-8821		IE-22-8821		

Nota: (i) Tomada Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022). *Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Marina de Guerra* (Informe N.º 315-2022-OEFA/DEAM-STECC). OEFA. (ii) Los parámetros de campo no se encuentran incluidos en los informes de ensayo.

Tabla 5. Resultados de campo y laboratorio de calidad de agua en el entorno del emisario submarino de Océano Seafood

Parámetros	Unidad	Método de referencia	Punto		OSF-EM(S)		OSF-EM(F)		OSF-N(S)		SFR-N(F)		ECA para agua D.S. N.º 004- 2017- MINAM Categoría 2 C3
			Fecha		2/06/2022		2/06/2022		2/06/2022		1/06/2022		
			Hora		10:00		10:00		11:50		13:00		
			L.D.	L.C.	Valor	Incertidumbre	Valor	Incertidumbre	Valor	Incertidumbre	Valor	Incertidumbre	
Parámetros de campo													
Temperatura	(°C)	-	-	-	17,97	-	17,53	-	18,17	-	18,4	-	Δ 3
pH	(Und pH)	-	-	-	7,63	-	7,75	-	7,71	-	7,11	-	6,8-8,5
Oxígeno disuelto	(mg/L)	-	-	-	4,92	-	4,75	-	5,48	-	5,21	-	≥2,5
Parámetros físicoquímicos													
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	SMEWW- APHA-AWWA- WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017	0,4	2	4,1	0,232	5,1	0,289	7,8	0,452	4,1	0,233	10
Aceites y grasas	mg/L	SMEWW- APHA-AWWA- WEF Part 5520 B, 23rd Ed. 2017	0,3	0,5	<0,5	NA	-	NA	<0,5	NA	-	NA	2,0
Sólidos suspendidos totales	mg/L	SMEWW- APHA-AWWA- WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017	2	5	7,4	0,559	13,8	0,928	10,8	0,755	10,4	0,732	70
Fósforo total	mg/L	SMEWW- APHA-AWWA- WEF Part 4500- P B (item 5) y E, 23rd Ed. 2017	0,004	0,01	0,045	0,00686	0,132	0,01145	0,037	0,0064	0,067	0,0080	(ii)
Informes de ensayo	ALAB	-	-	-	IE-22-8775		IE-22-8775		IE-22-8775		IE-22-8775		

Nota: (i) Tomada de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022n). *Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Océano Seafood S.A.* (Informe N.º 319-2022-OEFA/DEAM-STE). OEFA. (ii) El parámetro no aplica a esta subcategoría.

Tabla 6. Resultados de campo y laboratorio de calidad de agua en el entorno del emisario submarino de Oceano Seafood

Parámetros	Unidad	Método de referencia	Punto		OSF-S(S)		OSF-S(F)		OSF-E(S)		OSF-E(F)		ECA para Agua D.S. N.º 004- 2017- MINAM Categoría 2 C3
			Fecha		2/06/2022		2/06/2022		2/06/2022		2/06/2022		
			Hora		12:10		12:10		12:40		12:40		
			L.D.	L.C.	Valor	Incertidumbre	Valor	Incertidumbre	Valor	Incertidumbre	Valor	Incertidumbre	
Parámetros de campo													
Temperatura	(°C)	-	-	-	17,77	-	20	-	17,87	-	19,83	-	Δ 3
pH	(Und pH)	-	-	-	7,71	-	7,65	-	7,74	-	7,68	-	6,8-8,5
Oxígeno disuelto	(mg/L)	-	-	-	4,66	-	4,42	-	5,49	-	4,23	-	≥2,5
Parámetros fisicoquímicos													
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017	0,4	2	<2,0	NA	5	0,286	7,6	0,436	5,9	0,336	10
Aceites y grasas	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23rd Ed. 2017	0,3	0,5	<0,5	NA	-	NA	<0,50	NA	-	NA	2.0
Sólidos suspendidos totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017	2	5	13,6	0,917	15,0	0,998	11,6	0,801	15,6	1,032	70
Fósforo total	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P B (item 5) y E, 23rd Ed. 2017	0,004	0,01	<0,010	NA	0,175	0,0138	0,065	0,00791	0,132	0,0115	**
Informes de ensayo	ALAB	-	-	-	IE-22-8775		IE-22-8775		IE-22-8775		IE-22-8775		

Nota: (i) Tomada de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022n). Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Océano Seafood S.A. (Informe N.º 319-2022-OEFA/DEAM-STEC). OEFA. (ii) El parámetro no aplica a esta subcategoría.

Tabla 7. Resultados de campo y laboratorio de calidad de agua en el entorno del emisario submarino de Océano Seafood

Parámetros	Unidad	Metodo de referencia	Punto		OSF-O(S)		OSF-O(F)		ECA para Agua D.S. N.º 004- 2017- MINAM Categoría 2 C3
			Fecha		2/06/2022		2/06/2022		
			Hora		11:00		11:00		
			L.D.	L.C.	Valor	Incertidumbre	Valor	Incertidumbre	
Parámetros de campo									
Temperatura	(°C)	-	-	-	18,03	-	19,37	-	Δ 3
pH	(Und pH)	-	-	-	7,76	-	7,63	-	6,8-8,5
Oxígeno disuelto	(mg/L)	-	-	-	5,03	-	4,83	-	≥ 2,5
Parámetros físicoquímicos									
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017	0,4	2	2,5	0,142	5,1	0,291	10
Aceites y grasas	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23rd Ed. 2017	0,3	0,5	<0,50	NA	-	NA	2,0
Sólidos suspendidos totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5240 D, 23rd Ed. 2017	2	5	9,2	0,663	13,6	0,917	70
Fósforo total	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P B (item 5) y E, 23rd Ed. 2017	0,004	0,01	<0,010	NA	0,172	0,01363	(ii)
Informes de ensayo	ALAB	-	-	-	IE-22-8775		IE-22-8775		

Nota: (i) Tomada de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022n). Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Océano Seafood S.A. (Informe N.º 319-2022-OEFA/DEAM-STEC). OEFA. (ii) El parámetro no aplica a esta subcategoría.

Tabla 8. Resultados de campo y laboratorio de calidad de agua en el entorno del emisario submarino de Pesquera Hayduk S.A.A

Parámetros	Unidad	Método de referencia	Punto		HAY-EM(S)		HAY-EM(F)		HAY-EM-T(S)		HAY-EM-T(F)		ECA para Agua D.S. N.º 004- 2017- MINAM Categoría 2 C3
			Fecha		4/06/2022		4/06/2022		4/06/2022		4/06/2022		
			Hora		10:15		10:15		09:20		09:20		
			L.D.	L.C.	Valor	Incertidumbre	Valor	Incertidumbre	Valor	Incertidumbre	Valor	Incertidumbre	
Parámetros de campo													
Temperatura	(°C)	-	-	-	17,33	-	16,43	-	16,9	-	16,03	-	Δ 3
pH	(Und pH)	-	-	-	7,65	-	7,57	-	7,69	-	7,59	-	6,8-8,5
Oxígeno disuelto	(mg/L)	-	-	-	5,39	-	2,58	-	6,84	-	3,26	-	≥2,5
Parámetros fisicoquímicos													
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017	0,4	2	< 2,0	NA	<2,0	NA	<2,0	NA	<2,0	NA	10
Aceites y grasas	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23rd Ed. 2017	0,3	0,5	<0,50	NA	-	NA	<0,50	NA	-	NA	2,0
Sólidos suspendidos totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017	2	5	13,2	0,894	10,1	0,715	12,6	0,859	14,3	0,957	70
Fósforo total	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P B (item 5) y E, 23rd Ed. 2017	0,004	0,01	0,017	0,00541	0,018	0,00546	0,014	0,00521	0,016	0,00535	(ii)
Informes de ensayo	ALAB	-	-	-	IE-22-8813		IE-22-8813		IE-22-8813		IE-22-8813		

Nota: (i) Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022i). *Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Pesquera Hayduk S.A.* (Informe N.º 314-2022-OEFA/DEAM-STEC). OEFA. (ii) Los parámetros de campo no se encuentran incluidos en los informes de ensayo. (iii) El parámetro no aplica para esta subcategoría.

Tabla 9. Resultados de campo y laboratorio de calidad de agua en los puntos de control de la zona industrial I

Parámetros	Unidad	Método de referencia	Punto		Mpait5(S)		Mpait5(F)		BK-Z11-1(S)		BK-Z11-1(F)		ECA para Agua D.S. N.º 004- 2017- MINAM Categoría 2 C3
			Fecha		4/06/2022		4/06/2022		4/06/2022		4/06/2022		
			Hora		10:45		10:45		11:30		11:30		
			L.D.	L.C.	Valor	Incertidumbre	Valor	Incertidumbre	Valor	Incertidumbre	Valor	Incertidumbre	
Parámetros de campo													
Temperatura	(°C)	-	-	-	17,83	-	19,4	-	18,37	-	17,87	-	Δ 3
pH	(Und pH)	-	-	-	7,66	-	7,51	-	7,67	-	7,49	-	6,8-8,5
Oxígeno disuelto	(mg/L)	-	-	-	5,64	-	2,97	-	5,22	-	2,98	-	≥2,5
Parámetros fisicoquímicos													
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017	0,4	2	< 2,0	NA	<2,0	NA	<2,0	NA	<2,0	NA	10
Aceites y grasas	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23rd Ed. 2017	0,3	0,5	<0,50	NA	-	NA	<0,50	NA		NA	2,0
Sólidos suspendidos totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017	2	5	12,0	0,824	12,9	0,876	14,9	0,992	15,0	0,998	70
Fósforo total	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P B (item 5) y E, 23rd Ed. 2017	0,004	0,01	0,019	0,00549	0,013	0,00520	0,014	0,00525	0,015	0,00528	(ii)
Informes de ensayo	ALAB	-	-	-	IE-22-8814		IE-22-8814		IE-22-8814		IE-22-8814		

Nota: (i) Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022i). *Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Pesquera Hayduk S.A.* (Informe N.º 314-2022-OEFA/DEAM-STE). OEFA.

Tabla 10. Resultados de campo y laboratorio de calidad de agua en los puntos de control de la zona industrial I

Parámetros	Unidad	Método de referencia	Punto		BK-ZI 1-2(S)		BK-ZI 1-2(F)		BK-ZI1-3(S)		BK-ZI1-3(F)		ECA para Agua D.S. N.º 004- 2017- MINAM Categoría 2 C3
			Fecha		4/06/2022		4/06/2022		5/06/2022		5/06/2022		
			Hora		8:45		8:45		12:40		12:40		
			L.D.	L.C.	Valor	Incertidumbre	Valor	Incertidumbre	Valor	Incertidumbre	Valor	Incertidumbre	
Parámetros de campo													
Temperatura	(°C)	-	-	-	16,6	-	15,73	-	17,77	-	17,7	-	Δ 3
pH	(Und pH)	-	-	-	7,68	-	7,5	-	7,68	-	7,64	-	6,8-8,5
Oxígeno disuelto	(mg/L)	-	-	-	5,96	-	3,03	-	3,87	-	3,53	-	≥2,5
Parámetros fisicoquímicos													
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017	0,4	2	<2,0	NA	<2,0	NA	<2,0	NA	<2,0	NA	10
Aceites y grasas	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23rd Ed. 2017	0,3	0,5	<0,50	NA	-	NA	<0,50	NA	-	NA	2,0
Sólidos suspendidos totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017	2	5	14,2	0,852	11,0	0,767	10,4	0,732	12,2	0,836	70
Fósforo total	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P B (item 5) y E, 23rd Ed. 2017	0,004	0,01	0,014	0,00523	0,011	0,00507	0,063	0,00783	0,028	0,00595	(ii)
Informes de ensayo	ALAB	-	-	-	IE-22-8814		IE-22-8814		IE-22-8950		IE-22-8950		

Nota: (i) Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022i). Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Pesquera Hayduk S.A. (Informe N.º 314-2022-OEFA/DEAM-STEC). OEFA. (ii) El parámetro no aplica para esta subcategoría.

Tabla 11. Resultados de campo y laboratorio de calidad de agua en el entorno del emisario submarino de Pesquera Altair S.A.C.

Parámetros	Unidad	Metodo de referencia	Punto		ALT - EM (S)		ALT - EM - (F)		ECA para agua D.S. N.° 004- 2017- MINAM Categoría 2 C3
			Fecha		8/06/2022		8/06/2022		
			Hora		10:40		10:40		
			L.D.	L.C.	Valor	Incertidumbre	Valor	Incertidumbre	
Parámetros de campo									
Temperatura	(°C)	-	-	-	17,8	-	18,37	-	Δ 3
pH	(Und pH)	-	-	-	7,8	-	7,79	-	6,8-8,5
Oxígeno disuelto	(mg/L)	-	-	-	6,9	-	6,13	-	≥ 2,5
Parámetros fisicoquímicos									
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017	0,4	2	<2,0	NA	<2,0	NA	10
Aceites y grasas	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23rd Ed. 2017	0,3	0,5	<0,5	NA	-	NA	2,0
Sólidos suspendidos totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5240 D, 23rd Ed. 2017	2	5	9,6	0,686	13,5	0,911	70
Fósforo total	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P B (item 5) y E, 23rd Ed. 2017	0,004	0,01	0,01	0,00504	0,011	0,00508	(ii)
Informes de ensayo	ALAB	-	-	-	IE-22-9252		IE-22-9252		

Nota: (i) Tomada de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022k). *Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Pesquera Altair S.A.C.* (Informe N.° 316-2022-OEFA/DEAM-STEC). OEFA. (ii) El parámetro no aplica para esta subcategoría.

Tabla 12. Resultados de campo y laboratorio de calidad de agua en el entorno del emisario submarino de Pesquera Exalmar S.A.A.

Parámetros	Unidad	Método de referencia	Punto		EXA-EM-T(S)		EXA-EM-T ((F)		EXA-EM (S)		EXA-EM (F)		ECA para Agua D.S. N.º 004- 2017- MINAM Categoría 2 C3
			Fecha		8/06/2022		8/06/2022		8/06/2022		8/06/2022		
			Hora		08:50		08:50		09:15		09:15		
			L.D.	L.C.	Valor	Incertidumbre	Valor	Incertidumbre	Valor	Incertidumbre	Valor	Incertidumbre	
Parámetros de campo													
Temperatura	(°C)	-	-	-	17,53	-	17,36	-	17,43	-	17,77	-	Δ 3
pH	(Und pH)	-	-	-	7,81	-	7,7	-	7,85	-	7,8	-	6,8-8,5
Oxígeno disuelto	(mg/L)	-	-	-	6,83	-	6,46	-	7,37	-	7,16	-	≥2,5
Parámetros fisicoquímicos													
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017	0,4	2	<2,0	NA	2,8	0,157	<2,0	NA	<2,0	NA	10
Aceites y grasas	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23rd Ed. 2017	0,3	0,5	<0,5	NA	-	NA	<0,50	NA	-	NA	2,0
Sólidos suspendidos totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017	2	5	11,4	0,790	11,8	0,813	12,7	0,865	13,3	0,900	70
Fósforo total	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P B (item 5) y E, 23rd Ed. 2017	0,004	0,01	<0,010	NA	<0,010	NA	<0,010	NA	<0,010	NA	(ii)
Informes de ensayo	ALAB	-	-	-	IE-22-9251		IE-22-9251		IE-22-9251		IE-22-9251		

Nota: (i) Tomada de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022m). Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Pesquera Exalmar S.A.A. (Informe N.º 318-2022-OEFA/DEAM-STEC). OEFA. (ii) El parámetro no aplica para esta subcategoría.

Tabla 13. Resultados de campo y laboratorio de calidad de agua en el entorno del emisario submarino de Industrial Pesquero de Santa Monica S.A

Parámetros	Unidad	Método de referencia	Punto		SMO-EM (S)		SMO - EM (F)		SMO - O (S)		SMO - O (F)		ECA para agua D.S. N.º 004- 2017- MINAM Categoría 2 C3
			Fecha		6/06/2022		6/06/2022		6/06/2022		6/06/2022		
			Hora		11:10		11:10		10:20		10:20		
			L.D.	L.C.	Valor	Incertidumbre	Valor	Incertidumbre	Valor	Incertidumbre	Valor	Incertidumbre	
Parámetros de campo													
Temperatura	(°C)	-	-	-	17,2	-	18,0	-	16,4	-	16,3	-	Δ 3
pH	(Und pH)	-	-	-	7,62	-	7,39	-	7,54	-	7,63	-	6,8-8,5
Oxígeno disuelto	(mg/L)	-	-	-	3,11	-	1,60	-	3,39	-	3,30	-	≥2,5
Parámetros físico químicos													
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	SMEWW- APHA-AWWA- WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017	0,4	2	<2,0	NA	234,9	13,737	<2,0	NA	4,4	0,251	10
Aceites y grasas	mg/L	SMEWW- APHA-AWWA- WEF Part 5520 B, 23rd Ed. 2017	0,3	0,5	<0,50	NA	-	NA	<0,50	NA	-	NA	2,0
Sólidos suspendidos totales	mg/L	SMEWW- APHA-AWWA- WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017	2	5	11,4	0,790	142,0	8 453	8,4	0,617	9,3	0,668	70
Fósforo total	mg/L	SMEWW- APHA-AWWA- WEF Part 4500- P B (item 5) y E, 23rd Ed. 2017	0,004	0,01	<0,014	NA	3,012	0,19739	0,016	0,00533	0,014	0,00523	**
Informes de ensayo	ALAB	-	-	-	IE-22-8963		IE-22-8963		IE-22-8963		IE-22-8963		

Nota: (i) Tomada de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022o). *Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Industrial Pesquera Santa Mónica S.A.* (Informe N° 322-2022-OEFA/DEAM-STEC). OEFA. (ii) El parámetro no aplica para esta subcategoría.

Tabla 14. Resultados de campo y laboratorio de calidad de agua en el entorno del emisario submarino de Industrial Pesquero Industria Atunera

Parámetros	Unidad	Método de referencia	Punto		ATU - EM (S)		ATU - N (F)		ATU - E (S)		ECA para Agua D.S. N.º 004- 2017- MINAM Categoría 2 C3
			Fecha		3/06/2022		3/06/2022		3/06/2022		
			Hora		11:50:00		12:30:00		12:10:00		
			L.D.	L.C.	Valor	Incertidumbre	Valor	Incertidumbre	Valor	Incertidumbre	
Parámetros de campo											
Temperatura	(°C)	-	-	-	18,53	-	18,73	-	19,03	-	Δ 3
pH	(Und pH)	-	-	-	7,60	-	7,72	-	7,73	-	6,8-8,5
Oxígeno disuelto	(mg/L)	-	-	-	5,75	-	5,31	-	7,25	-	≥2,5
Parámetros físicoquímicos											
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017	0,4	2	3,7	0,207	6,1	0,347	3,4	0,193	10
Aceites y grasas	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23rd Ed. 2017	0,3	0,5	<0,50	NA	<0,50	NA	<0,50	NA	2,0
Sólidos suspendidos totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017	2	5	22,3	1,42	12,7	0,865	15	0,998	70
Fósforo total	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P B (item 5) y E, 23rd Ed. 2017	0,004	0,01	0,145	0,01215	0,162	0,01309	0,088	0,00916	(ii)
Informes de ensayo	ALAB		-	-	IE-22-8777		IE-22-8777		IE-22-8777		

Nota: (i) Tomada de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022). *Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Industria Atunera S.A.C.* (Informe N.º 317-2022-OEFA/DEAM-STEC). OEFA. (ii) El parámetro no aplica para esta subcategoría.

Tabla 15. Resultados de campo y laboratorio de calidad de agua en el entorno del emisario submarino de Industrial Pesquero Industria Atunera

Parámetros	Unidad	Método de referencia	Punto		ATU-O(S)		ATU-EM-T(S)		ATU-EM-T(F)		ECA para Agua D.S. N.º 004- 2017- MINAM Categoría 2 C3
			Fecha		3/06/2022		3/06/2022		3/06/2022		
			Hora		12:50:00		11:10:00		11:10:00		
			L.D.	L.C.	Valor	Incertidumbre	Valor	Incertidumbre	Valor	Incertidumbre	
Parámetros de campo											
Temperatura	(°C)	-	-	-	18,03	-	18,27	-	16,93	-	Δ 3
pH	(Und pH)	-	-	-	7,72	-	7,60	-	7,47	-	6,8-8,5
Oxígeno disuelto	(mg/L)	-	-	-	5,25	-	4,65	-	2,87	-	≥2,5
Parámetros físico químicos											
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017	0,4	2	4,4	0,247	5,1	0,29	5,6	0,318	10
Aceites y grasas	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23rd Ed. 2017	0,3	0,5	<0,50	NA	<0,50	NA	-	NA	2,0
Sólidos suspendidos totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017	2	5	12,7	0,865	11,5	0,796	13,2	0,894	70
Fósforo total	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P B (item 5) y E, 23rd Ed. 2017	0,004	0,01	0,118	0,0107	0,052	0,00722	0,098	0,00969	(ii)
Informes de ensayo	ALAB				IE-22-8777		IE-22-8777		IE-22-8777		

Nota: (i) Tomada de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022). Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Industria Atunera S.A.C. (Informe N.º 317-2022-OEFA/DEAM-STEC). OEFA. (ii) El parámetro no aplica para esta subcategoría.

Tabla 16. Resultados de campo y laboratorio de calidad de agua en los puntos de control de la zona industrial III

Parámetros	Unidad	Método de referencia	Punto		BK-ZI3-1(S)		BK-ZI 3-1(F)		MPait2(S)		ECA para Agua D.S. N.º 004- 2017- MINAM Categoría 2 C3
			Fecha		5/06/2022		5/06/2022		5/06/2022		
			Hora		11:30		11:30		10:50		
			L.D.	L.C.	Valor	Incertidumbre	Valor	Incertidumbre	Valor	Incertidumbre	
Parámetros de campo											
Temperatura	(°C)	-	-	-	17,37	-	17,47	-	17,1	-	Δ 3
pH	(Und pH)	-	-	-	7,71	-	7,62	-	7,69	-	6,8-8,5
Oxígeno disuelto	(mg/L)	-	-	-	5,39	-	3,27	-	3,78	-	≥2,5
Parámetros físicoquímicos											
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017	0,4	2	< 2,0	NA	<2,0	NA	<2,0	NA	10
Aceites y grasas	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23rd Ed. 2017	0,3	0,5	-	NA	-	NA	-	NA	2,0
Sólidos suspendidos totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017	2	5	11,4	0,79	12,0	0,79	12,4	0,848	70
Fósforo total	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P B (item 5) y E, 23rd Ed. 2017	0,004	0,01	0,067	0,00803	0,06	0,00763	0,073	0,00836	(ii)
Informes de ensayo	ALAB	-	-	-	IE-22-8950		IE-22-8950		IE-22-8950		

Nota: (i) Tomada de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022). *Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Industria Atunera S.A.C.* (Informe N.º 317-2022-OEFA/DEAM-STEC). OEFA. (ii) El parámetro no aplica para esta subcategoría.

Tabla 17. Resultados de campo y laboratorio de calidad de agua en el entorno del emisario submarino de Industrial Pesquero Industria Atunera

Parámetros	Unidad	Método de referencia	Punto		ATU-O(S)		ATU-EM-T(S)		ATU-EM-T(F)		ECA para Agua D.S. N.º 004- 2017- MINAM Categoría 2 C3
			Fecha		3/06/2022		3/06/2022		3/06/2022		
			Hora		12:50:00		11:10:00		11:10:00		
			L.D.	L.C.	Valor	Incertidumbre	Valor	Incertidumbre	Valor	Incertidumbre	
Parámetros de campo											
Temperatura	(°C)	-	-	-	18,03	-	18,27	-	16,93	-	Δ 3
pH	(Und pH)	-	-	-	7,72	-	7,60	-	7,47	-	6,8-8,5
Oxígeno disuelto	(mg/L)	-	-	-	5,25	-	4,65	-	2,87	-	≥2,5
Parámetros físicoquímicos											
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017	0,4	2	4,4	0,247	5,1	0,29	5,6	0,318	10
Aceites y grasas	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23rd Ed. 2017	0,3	0,5	<0,50	NA	<0,50	NA	-	NA	2,0
Sólidos suspendidos totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. 2017	2	5	12,7	0,865	11,5	0,796	13,2	0,894	70
Fósforo total	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-P B (item 5) y E, 23rd Ed. 2017	0,004	0,01	0,118	0,0107	0,052	0,00722	0,098	0,00969	(ii)
Informes de ensayo	ALAB				IE-22-8777		IE-22-8777		IE-22-8777		

Nota: (i) Tomada de Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA] (2022i). Evaluación de causalidad en el entorno de los emisarios submarinos de Industria Atunera S.A.C. (Informe N.º 317-2022-OEFA/DEAM-STEC). OEFA. (ii) El parámetro no aplica para esta subcategoría.

Anexo 4

Tabla 1 Tipos de tratamientos aplicados por los administrados

Administrado	Actividad	Fases de tratamiento		
		Pretratamiento ⁽ⁱⁱ⁾	Tratamiento físico ⁽ⁱⁱⁱ⁾	Tratamiento físicoquímico
Marina de Guerra	Harina residual	x	x	x
Seafrost S.A.C	Enlatado-congelado	x	x	x
Océano Seafood S.A.	Congelado-harina residual	x	x	x
Pesquera Hayduk S.A.	Congelado	x	x	
Pesquera Exalmar S.A.A.	Congelado-harina residual	x	x	x
Pesquera Altair S.A.C	Congelado-harina residual	x	x	x
Industrial Pesquera Santa Mónica S.A.	Congelado-harina residual	x	x	x
Industria Atunera S.A.C.	Congelado-harina residual	x	x	x

Nota: Elaboración propia. (i) Pretratamiento: Engloba aquellos procesos que se sitúan a la entrada de las plantas de tratamiento conocidos como desbaste (rejillas verticales y horizontales). Tiene por finalidad retener sólidos que, de no ser separados, dañarían mecánicamente los equipos de las siguientes fases de tratamiento. (ii) Tratamiento físico: Son aquellos métodos en los que se aplica una separación física, generalmente de sólidos. Estos métodos suelen depender de las características de los contaminantes. Entre ellos destaca el tamaño de las partículas la flotabilidad y entre los más comunes del sector pesquero se encuentran los filtros y separadores de grasa. (iii) Tratamiento físicoquímico: Se utiliza ambas características tanto la física (flotabilidad-sedimentación) como la química (floculantes y coagulantes) para optimizar el tratamiento de aguas residuales y recuperar las cargas contaminantes que puedan ser vertidas a los cuerpos receptores, los más comunes son los DAF físicoquímico o clarificadores.

Anexo 5

Evaluación de la calidad ecológica en el entorno de los emisarios submarinos de los EIP ubicados en las zonas industriales I y III de la bahía de Paita

La evaluación se realizó a través del índice AMBI (AZTI Marine Biotic Index), establecido por Borja et al. (2000). Mediante este índice se puede conocer el estado de la calidad ecológica del ecosistema evaluado; se basa en la clasificación de las abundancias de los organismos bentónicos de sustrato blando en cinco grupos ecológicos. Este índice ha sido utilizado exitosamente bajo diferentes condiciones de perturbación (Borja et al., 2003; Muxika et al., 2005) y ha sido aplicado extensamente en Europa (Borja et al., 2009; Grémare et al., 2009), Asia (Cai et al., 2003; Cheung et al., 2008), Norte de África (Afli et al., 2008; Bakalem et al., 2009; Bazairi et al., 2005), Sudamérica (Muniz et al., 2005) y Norteamérica (Borja & Tunberg, 2011; Borja et al., 2008; Callier et al., 2008; Teixeira et al., 2012).

Para el cálculo del AMBI se utilizó el *software* libre AMBI Versión 6.0.

$$AMBI = \frac{(0 \times \%GEI) + (1,5 \times \%GEII) + (3 \times \%GEIII) + (4,5 \times \%GEIV) + (6 \times \%GEV)}{100}$$

Donde:

EG = Grupo ecológico

GE I: Especies muy sensibles

GE II: Especies indiferentes

GE III: Especies tolerantes

GE IV: Especies oportunistas de segundo orden

GE V: Especies oportunistas de primer orden

Una vez calculado el índice, se producen valores dentro de una escala del 1 al 6 (7 en sedimentos azoicos) con cinco categorías que definen la calidad ecológica de la comunidad bentónica, como se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 1 . Interpretación de los resultados del AMBI

Coefficiente biótico (AMBI)	Grupo ecológico dominante	Salud de la comunidad bentónica	Nivel de disturbio	Estado ecológico
0,0<AMBI<0,2	I	Normal	No perturbado	Muy bueno
0,2<AMBI<1,2		Empobrecido		
1,2<AMBI<3,3	III	Desbalanceado	Ligeramente perturbado	Bueno
3,3<AMBI<4,3	IV-V	Transición a contaminado	Moderadamente perturbado	Moderado
4,3<AMBI<5,0		Contaminado		
5,0<AMBI<5,5	V	Transición a fuertemente contaminado	Fuertemente perturbado	Malo
5,5<AMBI<6,0		Fuertemente contaminado		
6,0<AMBI<7,0	Azoico	Azoico	Extremadamente perturbado	Muy malo

Nota: Adaptado de Borja, Á., Franco, J. y Pérez, V. (2000). A marine biotic index to establish the ecological quality of soft bottom benthos within european estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin*, 40(12), 1100-1114. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(00\)00061-8](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(00)00061-8)

Según los lineamientos para la aplicación del índice AMBI (Borja y Muxica, 2005) se deben tener las siguientes consideraciones:

- Nunca utilizar el AMBI con datos que provengan de zonas con sustrato duro, ya que ha sido diseñado específicamente para fondo blando
- Quitar de la lista los organismos que no sean invertebrados (peces, algas)
- No considerar taxones de agua dulce
- En salinidades mayores a 10 ups, remover los insectos
- No considerar los juveniles cuando la especie no ha sido identificada
- No considerar taxones epifaunales (ej. Bryozoa), planctónicos (ej. Crangonidae)
- No usar altos niveles taxonómicos (ej. bivalvia, gastropoda), excepto las incluidas en la lista de especies (ej. nemertea)

Para el cálculo del índice se siguieron los siguientes pasos:

1. Elaboración de la base de datos

En la primera columna de la base de datos se colocan los nombres de las especies y, en las columnas posteriores, las muestras por réplica. Posteriormente, para cada especie se coloca la abundancia determinada en las réplicas analizadas como se muestra en el siguiente ejemplo:

Tabla 2 . Elaboración de base de datos

Elaboración de la base de datos																						
Abundancia por réplica	BK-Z1-1			BK-Z1-2			BK-Z1-3			Mpa115			SFR-E			SFR-EM			SFR-EM-T			
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	
Especie 1				1		1																
Especie 2							1		1	2	3	1										1
Especie 3							1															
Especie 4							4	1	1													
Especie 5							3	1														
Especie 6							2															
Especie 7							5	2	3	3	2	2	3	2								2
Especie 8						1																
Especie 9				1	1		2		1			3	7									
Especie 10							2															
Especie 11									1													
Especie 12		1																				
Especie 13									3													
Especie 14							2															
Especie 15																						
Especie 16									1													
Especie 17				3	1	3	1	4	4	76	110	49							1	7		
Especie 18																						
Especie 19																						1
Especie 20				1	2	1	21	1			1		1						1	5	2	
Especie 21				1			1													1		
Especie 22		1		4	6	3								1	1							
Especie 23									1													
Especie 24									1													
Especie 25																						
Especie 26						2						1			1					3	3	11
Especie 27																						
Especie 28									3													
Especie 29						1	1															
Especie 30																						
Especie 31									1						1							
Especie 32				1											1							
Especie 33										2												
Especie 34		5	2	1	94	83	120	27			117	161	201	33	33	36				154	119	27
Especie 35									1	8												
Especie 36			1									2										
Especie 37							1															
Especie 38								9	3	1												
Especie 39																					1	1
Especie 40				3	1	1								2								
Especie 41				2																		
Especie 42									1	1												
Especie 43								22	9	7												

Nota: AMBI v 6.0. Fecha de consulta: 13-04-23.

2. Carga de datos al software

La base de datos es cargada en el *software* AMBI 6.0 donde se verifica el formato y posteriormente se realiza la corrida y asignación de puntajes.

Figura 1 . Datos de ingreso

The screenshot displays the AMBI 6.0 software interface. At the top left is the AMBI logo with the text 'AMBI 6.0 AMBI 6.0 AMBI 6.0'. Below the logo are several input fields: 'Input File' with a 'Browse...' button, 'File' with a 'Browse' button, and 'Assignments' with a 'Browse' button. To the right, there are fields for 'AMBI-File Name (Path)', 'Number of species: 11', and 'Number of stations: 7'. A 'Data type' dropdown menu is set to 'Species'. Below these fields are 'Cancel' and 'OK' buttons. On the right side, there is a 'Species List' window showing a list of species names: 'SPECIES 1', 'SPECIES 2', 'SPECIES 3', 'SPECIES 4', 'SPECIES 5', 'SPECIES 6', and 'SPECIES 7'. At the bottom left, there is a section with instructions: '1. Review the Excel Input File', '2. Check the format', and '3. Run the Application'. The AZTI logo is visible at the bottom left, and 'Help', 'Print', and 'Close' buttons are at the bottom right.

Nota: AMBI v 6.0. Fecha de consulta: 13-04-23.

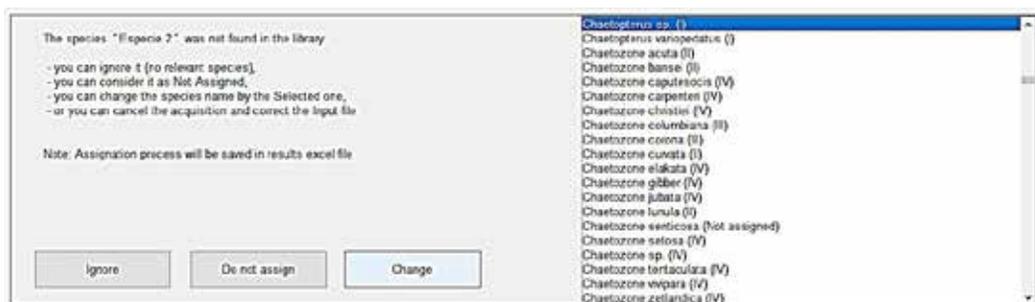
3. Asignación de puntajes

El software AMBI 6.0 presenta una lista de especies a las cuales ya les ha sido asignado un grupo ecológico en estudios previos. Sin embargo, de acuerdo con lo establecido en los lineamientos para la aplicación del índice, esto debe ser verificado por especialistas locales³, quienes validan, modifican o asignan los grupos ecológicos de las especies estudiadas.

- Se presenta un ejemplo que muestra el caso de la “especie 1”, la cual corresponde al anfípodo *Ampelisca sp.* Según la base de datos preestablecida en el software, el grupo ecológico asignado es I, lo que los especialistas validan asignándose este grupo a la especie en mención.

3 - Carlos Fernando Gutierrez
- Luis Aguirre Mendez
- Remy Canales Ortiz

Figura 3 . Registro de especies 2 por zona



Nota: AMBI v 6.0. Fecha de consulta: 13-04-23.

La verificación o asignación de grupos ecológicos se realiza para todas las especies encontradas en el estudio, en este caso se repitió para las todas las especies reportadas en las muestras correspondientes a los puntos evaluados en el entorno de emisarios submarinos de los EIP ubicados en las zonas industriales I y III de la bahía de Paita. A continuación, se muestran los grupos ecológicos y los puntajes asignados por cada administrado:

Tabla 3 . Grupos ecológicos asignados a los organismos bentónicos en el entorno del emisario submarino de Océano Seafood

Especie	Grupo ecológico asignado	Factor
<i>Acteocina sp.</i>	2	1,5
<i>Aglaophamus verrilli</i>	2	1,5
<i>Aligena cf. Sechura</i>	2	1,5
<i>Alpheus sp.</i>	2	1,5
<i>Americhelidium sp.</i>	3	3
<i>Ampelisca sp.</i>	1	0
<i>Ampharetidae ND</i>	2	1,5
<i>Ancistrosyllis sp.</i>	3	3
<i>Aricidea catherinae</i>	2	1,5
<i>Capitella capitata</i>	5	6
<i>Capitella sp.</i>	5	6
<i>Caulleriella sp.</i>	3	3
<i>Chaetopterus sp.</i>	3	3
<i>Chaetozone sp.</i>	3	3
<i>Chone sp.</i>	2	1,5
<i>Cossura cf. laeviseta</i>	3	3
<i>Crepidula rostrata</i>	3	3
<i>Cumacea ND</i>	3	3
<i>Epiplatidae ND</i>	1	0
<i>Ericthonius punctatus</i>	1	0
<i>Eudevenopus sp.</i>	1	0
<i>Eulalia personata</i>	1	0
<i>Glycera americana</i>	1	0
<i>Glycinde sp.</i>	2	1,5
<i>Hemisquilla ensigera</i>	1	0
<i>Hermundura fauveli</i>	2	1,5
<i>Hesionidae ND</i>	2	1,5
<i>Kinbergonuphis multidentata</i>	2	1,5
<i>Kirkegaardia sp.</i>	3	3
<i>Lasaeidae ND</i>	2	1,5
<i>Laticorophium sp.</i>	2	1,5
<i>Leitoscoloplos sp.</i>	4	4,5
<i>Liljeborgiidae ND</i>	1	0
<i>Lumbrineridae ND</i>	4	4,5
<i>Lumbrineris sp.</i>	2	1,5

Especie	Grupo ecológico asignado	Factor
<i>Maeridae ND</i>	3	3
<i>Magelona marianae</i>	1	0
<i>Mediomastus sp.</i>	4	4,5
<i>Naineris sp.</i>	1	0
<i>Nassarius pagodus</i>	2	1,5
<i>Natica sp.</i>	2	1,5
<i>Nemertea ND</i>	3	3
<i>Nephtys ferruginea</i>	2	1,5
<i>Nephtys impressa</i>	2	1,5
<i>Oedicerotidae ND</i>	1	0
<i>Oligochaeta ND</i>	5	6
<i>Panopeus purpureus</i>	2	1,5
<i>Paraprionospio pinnata</i>	4	4,5
<i>Pareurythoe californica</i>	2	1,5
<i>Pectinidae ND</i>	1	0
<i>Penaeoidea ND</i>	2	1,5
<i>Phascolosomatidae ND</i>	3	3
<i>Phoxocephalidae ND</i>	1	0
<i>Pilargis sp.</i>	1	0
<i>Pinnixa sp.</i>	1	0
<i>Pinnixa transversalis</i>	2	1,5
<i>Platynereis bicanaliculata</i>	2	1,5
<i>Podarkeopsis brevipalpa</i>	2	1,5
<i>Portunidae ND</i>	1	0
<i>Prionospio sp.</i>	3	3
<i>Salitra bourguignati</i>	2	1,5
<i>Schistomeringos annulata</i>	5	6
<i>Scoletoma tetraura</i>	2	1,5
<i>Sigambra tentaculata</i>	4	4,5
<i>Spengelidae ND</i>	4	4,5
<i>Spiochaetopterus sp.</i>	3	3
<i>Spionidae ND</i>	3	3
<i>Spiophanes duplex</i>	3	3
<i>Stenothoidae ND</i>	2	1,5
<i>Sthenelais sp.</i>	2	1,5
<i>Tellina sp.</i>	4	4,5
<i>Terebellidae ND</i>	1	0

Nota: Elaboración propia.

Tabla 4. Grupos ecológicos asignados a los organismos bentónicos en el entorno del emisario submarino de la Estación Naval de Paita

Especie	Grupo ecológico asignado	Factor
<i>Acteocina sp.</i>	2	1,5
<i>Aglaophamus verilli</i>	2	1,5
<i>Aligena cf. Sechura</i>	2	1,5
<i>Alpheus sp.</i>	2	1,5
<i>Americhelidium sp.</i>	3	3
<i>Ampelisca sp.</i>	1	0
<i>Ampharetidae ND</i>	2	1,5
<i>Aricidea catherinae</i>	2	1,5
<i>Capitella sp.</i>	5	6
<i>Caulerella sp.</i>	3	3
<i>Chaetopterus sp.</i>	3	3
<i>Chaetozone sp.</i>	3	3
<i>Chone sp.</i>	2	1,5
<i>Cossura cf. laeviseta</i>	3	3
<i>Crepidula rostrata</i>	3	3
<i>Cumacea ND</i>	3	3
<i>Epiplatidae ND</i>	1	0
<i>Erichthonius punctatus</i>	1	0
<i>Eudevenopus sp.</i>	1	0
<i>Eulalia personata</i>	1	0
<i>Glycera americana</i>	1	0
<i>Glycinde sp.</i>	2	1,5
<i>Hemisquilla ensigera</i>	1	0
<i>Hemundura fauveli</i>	2	1,5
<i>Hesionidae ND</i>	2	1,5
<i>Kinbergonuphis multidentata</i>	2	1,5
<i>Kirkegaardia sp.</i>	3	3
<i>Lasaeidae ND</i>	2	1,5
<i>Laticorophium sp.</i>	2	1,5
<i>Leitoscoloplos sp.</i>	4	4,5
<i>Liljeborgiidae ND</i>	1	0
<i>Lumbrineridae ND</i>	4	4,5
<i>Maeridae ND</i>	3	3
<i>Magelona marianae</i>	1	0
<i>Mediomastus sp.</i>	4	4,5

Espece	Grupo ecológico asignado	Factor
<i>Naineris sp.</i>	1	0
<i>Nassarius pagodus</i>	2	1,5
<i>Natica sp.</i>	2	1,5
<i>Nemertea ND</i>	3	3
<i>Nephtys ferruginea</i>	2	1,5
<i>Nephtys impressa</i>	2	1,5
<i>Nereis grubei</i>	3	3
<i>Oedicerotidae ND</i>	1	0
<i>Oligochaeta ND</i>	5	6
<i>Panopeus purpureus</i>	2	1,5
<i>Paraprionospio pinnata</i>	4	4,5
<i>Pareurythoe californica</i>	2	1,5
<i>Pectinaria chilensis</i>	1	0
<i>Pectinidae ND</i>	1	0
<i>Penaeoidea ND</i>	2	1,5
<i>Phascolosomatidae ND</i>	3	3
<i>Phoxocephalidae ND</i>	1	0
<i>Pilargis sp.</i>	1	0
<i>Pinnixa transversalis</i>	2	1,5
<i>Platynereis bicanaliculata</i>	2	1,5
<i>Podarkeopsis brevipalpa</i>	2	1,5
<i>Portunidae ND</i>	1	0
<i>Prionospio sp.</i>	3	3
<i>Salitra bourguignati</i>	2	1,5
<i>Schistomeringos annulata</i>	5	6
<i>Scoletoma tetraura</i>	2	1,5
<i>Sigambra tentaculata</i>	4	4,5
<i>Spengelidae ND</i>	4	4,5
<i>Spiochaetopterus sp.</i>	3	3
<i>Spionidae ND</i>	3	3
<i>Spiophanes duplex</i>	3	3
<i>Stenothoidae ND</i>	2	1,5
<i>Sthenelais sp.</i>	2	1,5
<i>Tellina sp.</i>	4	4,5
<i>Terebellidae ND</i>	1	0

Nota: Elaboración propia.

Tabla 5. Grupos ecológicos asignados a los organismos bentónicos en el entorno del emisario submarino de Seafrost S.A.C.

Especie	Grupo ecológico asignado	Factor
<i>Acteocina sp.</i>	2	1,5
<i>Aglaophamus verilli</i>	2	1,5
<i>Aligena cf. Sechura</i>	2	1,5
<i>Alpheus sp.</i>	2	1,5
<i>Americhelidium sp.</i>	3	3
<i>Ampelisca sp.</i>	1	0
<i>Ampharetidae ND</i>	2	1,5
<i>Ancistrosyllis sp.</i>	3	3
<i>Aphelochaeta sp.</i>	4	4,5
<i>Aricidea catherinae</i>	2	1,5
<i>Capitella capitata</i>	5	6
<i>Capitella sp.</i>	5	6
<i>Cautlerella sp.</i>	3	3
<i>Chaetopterus sp.</i>	3	3
<i>Chaetozone sp.</i>	3	3
<i>Chloeia sp.</i>	4	4,5
<i>Chone sp.</i>	2	1,5
<i>Cirratulus sp.</i>	4	4,5
<i>Cossura cf. laeviseta</i>	3	3
<i>Crepidula rostrata</i>	3	3
<i>Cumacea ND</i>	3	3
<i>Epialtidae ND</i>	1	0
<i>Erichthonius punctatus</i>	1	0
<i>Eudevenopus sp.</i>	1	0
<i>Eulalia personata</i>	1	0
<i>Glycera americana</i>	1	0
<i>Glycinde sp.</i>	2	1,5
<i>Hemisquilla ensigera</i>	1	0
<i>Hermundura fauveli</i>	2	1,5
<i>Hesionidae ND</i>	2	1,5
<i>Kinbergonuphis multidentata</i>	2	1,5
<i>Kirkegaardia sp.</i>	3	3
<i>Lasaeidae ND</i>	2	1,5
<i>Laticorophium sp.</i>	2	1,5
<i>Leitoscoloplos sp.</i>	4	4,5

Especie	Grupo ecológico asignado	Factor
<i>Liljeborgiidae ND</i>	1	0
<i>Lumbrineridae ND</i>	4	4,5
<i>Maeridae ND</i>	3	3
<i>Magelona marianae</i>	1	0
<i>Mediomastus sp.</i>	4	4,5
<i>Naineris sp.</i>	1	0
<i>Nassarius pagodus</i>	2	1,5
<i>Natica sp.</i>	2	1,5
<i>Nemertea ND</i>	3	3
<i>Nephtys ferruginea</i>	2	1,5
<i>Nephtys impressa</i>	2	1,5
<i>Oedicerotidae ND</i>	1	0
<i>Oligochaeta ND</i>	5	6
<i>Ophiactis sp.</i>	2	1,5
<i>Panopeus purpureus</i>	2	1,5
<i>Paraprionospio pinnata</i>	4	4,5
<i>Pareurythoe californica</i>	2	1,5
<i>Pectinidae ND</i>	1	0
<i>Penaeoidea ND</i>	2	1,5
<i>Phascolosomatidae ND</i>	3	3
<i>Phoxocephalidae ND</i>	1	0
<i>Pilargis sp.</i>	1	0
<i>Pinnixa transversalis</i>	2	1,5
<i>Platynereis bicanaliculata</i>	2	1,5
<i>Podarkeopsis brevipalpa</i>	2	1,5
<i>Portunidae ND</i>	1	0
<i>Prionospio sp.</i>	3	3
<i>Pyramidellidae ND</i>	1	0
<i>Salitra bourguignati</i>	2	1,5
<i>Schistomeringos annulata</i>	5	6
<i>Scolelepis sp.</i>	4	4,5
<i>Scoletoma tetraura</i>	2	1,5
<i>Sigambra tentaculata</i>	4	4,5
<i>Spengelidae ND</i>	4	4,5
<i>Spiochaetopterus sp.</i>	3	3
<i>Spionidae ND</i>	3	3

Especie	Grupo ecológico asignado	Factor
<i>Spiophanes duplex</i>	3	3
<i>Stenothoidae ND</i>	2	1,5
<i>Sthenelais sp.</i>	2	1,5
<i>Tellina sp.</i>	4	4,5
<i>Terebellidae ND</i>	1	0

Nota: Elaboración propia.

Tabla 6. Grupos ecológicos asignados a los organismos bentónicos en el entorno del emisario submarino de Pesquera Hayduk S.A.

Especie	Grupo ecológico asignado	Factor
<i>Acteocina sp.</i>	2	1,5
<i>Aglaophamus verrilli</i>	2	1,5
<i>Aligena cf. Sechura</i>	2	1,5
<i>Alpheus sp.</i>	2	1,5
<i>Americhelidium sp.</i>	3	3
<i>Ampelisca sp.</i>	1	0
<i>Ampharetidae ND</i>	2	1,5
<i>Aphelochaeta sp.</i>	4	4,5
<i>Aricidea catherinae</i>	2	1,5
<i>Bulla punctulata</i>	2	1,5
<i>Callianassidae ND</i>	3	3
<i>Capitella sp.</i>	5	6
<i>Capitellidae ND</i>	5	6
<i>Caulleriella sp.</i>	3	3
<i>Chaetopterus sp.</i>	3	3
<i>Chaetozone sp.</i>	3	3
<i>Chone sp.</i>	2	1,5
<i>Cossura cf. laeviseta</i>	3	3
<i>Crepidula rostrata</i>	3	3
<i>Cumacea ND</i>	3	3
<i>Epiplatidae ND</i>	1	0
<i>Erichthonius punctatus</i>	1	0
<i>Eudevenopus sp.</i>	1	0
<i>Eulalia personata</i>	1	0
<i>Glycera americana</i>	1	0
<i>Glycinde sp.</i>	2	1,5

Especie	Grupo ecológico asignado	Factor
<i>Harmothoe sp.</i>	2	1,5
<i>Hemisquilla ensigera</i>	1	0
<i>Hemundura fauveli</i>	2	1,5
<i>Hesionidae ND</i>	2	1,5
<i>Kinbergonuphis multidentata</i>	2	1,5
<i>Kirkegaardia sp.</i>	3	3
<i>Lasaeidae ND</i>	2	1,5
<i>Laticorophium sp.</i>	2	1,5
<i>Leitoscoloplos sp.</i>	4	4,5
<i>Liljeborgiidae ND</i>	1	0
<i>Lumbrineridae ND</i>	4	4,5
<i>Maeridae ND</i>	3	3
<i>Magelona marianae</i>	1	0
<i>Mediomastus sp.</i>	4	4,5
<i>Naineris sp.</i>	1	0
<i>Nassarius pagodus</i>	2	1,5
<i>Natica sp.</i>	2	1,5
<i>Nemertea ND</i>	3	3
<i>Nephtys ferruginea</i>	2	1,5
<i>Nephtys impressa</i>	2	1,5
<i>Oedicerotidae ND</i>	1	0
<i>Oligochaeta ND</i>	5	6
<i>Panopeidae ND</i>	2	1,5
<i>Panopeus purpureus</i>	2	1,5
<i>Paraprionospio pinnata</i>	4	4,5
<i>Pareurythoe californica</i>	2	1,5
<i>Pectinidae ND</i>	1	0
<i>Penaeoidea ND</i>	2	1,5
<i>Phascolosomatidae ND</i>	3	3
<i>Phoxocephalidae ND</i>	1	0
<i>Pilargis sp.</i>	1	0
<i>Pinnixa transversalis</i>	2	1,5
<i>Platynereis bicanaliculata</i>	2	1,5
<i>Podarkeopsis brevipalpa</i>	2	1,5
<i>Portunidae ND</i>	1	0
<i>Prionospio sp.</i>	3	3

Especie	Grupo ecológico asignado	Factor
<i>Sagartiidae ND</i>	4	4,5
<i>Salitra bourguignati</i>	2	1,5
<i>Schistomeringos annulata</i>	5	6
<i>Scoletoma tetraura</i>	2	1,5
<i>Sigambra tentaculata</i>	4	4,5
<i>Spengelidae ND</i>	4	4,5
<i>Spiochaetopterus sp.</i>	3	3
<i>Spionidae ND</i>	3	3
<i>Spiophanes duplex</i>	3	3
<i>Stenothoidae ND</i>	2	1,5
<i>Sthenelais sp.</i>	2	1,5
<i>Tagelus sp.</i>	2	1,5
<i>Tellina sp.</i>	4	4,5
<i>Terebellidae ND</i>	1	0
<i>Tryphosidae ND</i>	2	1,5

Nota: Elaboración propia.

Tabla 7. Grupos ecológicos asignados a los organismos bentónicos del entorno del emisario submarino de Pesquera Altair S.A.C.

Especie	Grupo ecológico asignado	Factor
<i>Acanthonyx petiverii</i>	1	0
<i>Aglaophamus verrilli</i>	2	1,5
<i>Americhelidium sp.</i>	3	3
<i>Ampelisca sp.</i>	1	0
<i>Ampharetidae ND</i>	2	1,5
<i>Ancistrosyllis sp.</i>	3	3
<i>Aphelochaeta sp.</i>	4	4,5
<i>Aricidea catherinae</i>	2	1,5
<i>Axiothella rubrocincta</i>	1	0
<i>Bulla punctulata</i>	2	1,5
<i>Callianassidae ND</i>	3	3
<i>Capitellidae ND</i>	5	6
<i>Cauleriella sp.</i>	3	3
<i>Chaetozone sp.</i>	3	3
<i>Cirratulus sp.</i>	4	4,5
<i>Cossura cf. laeviseta</i>	3	3

Especie	Grupo ecológico asignado	Factor
<i>Crossata ventricosa</i>	3	3
<i>Cumacea ND</i>	3	3
<i>Cycloxanthops sexdecimdentatus</i>	2	1,5
<i>Diopatra obliqua</i>	2	1,5
<i>Epialtidae ND</i>	1	0
<i>Eudevenopus sp.</i>	1	0
<i>Flabelligeridae ND</i>	1	0
<i>Glycera americana</i>	1	0
<i>Glycinde sp.</i>	2	1,5
<i>Harmothoe sp.</i>	2	1,5
<i>Hemipodia californiensis</i>	2	1,5
<i>Hermundura fauveli</i>	2	1,5
<i>Kirkegaardia sp.</i>	3	3
<i>Lasaeidae ND</i>	2	1,5
<i>Latreutes antiborealis</i>	1	0
<i>Leitoscoloplos sp.</i>	4	4,5
<i>Liljeborgiidae ND</i>	1	0
<i>Lumbrineridae ND</i>	4	4,5
<i>Magelona alleni</i>	1	0
<i>Magelona marianae</i>	1	0
<i>Mediomastus sp.</i>	4	4,5
<i>Nemertea ND</i>	3	3
<i>Nephtys cf. Caecoides</i>	2	1,5
<i>Nereis grubei</i>	3	3
<i>Nucula sp.</i>	1	0
<i>Oedicerotidae ND</i>	1	0
<i>Oligochaeta ND</i>	5	6
<i>Owenia collaris</i>	1	0
<i>Pagurus sp.</i>	2	1,5
<i>Palinurus sp.</i>	2	1,5
<i>Paraprionospio pinnata</i>	4	4,5
<i>Penaeoidea ND</i>	2	1,5
<i>Phascolosomatidae ND</i>	3	3
<i>Photidae ND</i>	1	0
<i>Pinnixa transversalis</i>	2	1,5

Especie	Grupo ecológico asignado	Factor
<i>Platynereis bicanaliculata</i>	2	1,5
<i>Podarkeopsis brevipalpa</i>	2	1,5
<i>Prionospio sp.</i>	3	3
<i>Sabellidae ND</i>	1	0
<i>Salitra bourguignati</i>	2	1,5
<i>Solenosteira fusiformis</i>	3	3
<i>Spiophanes duplex</i>	3	3
<i>Stenothoidae ND</i>	2	1,5
<i>Sthenelais sp.</i>	2	1,5
<i>Tellina sp.</i>	4	4,5
<i>Terebellidae ND</i>	1	0

Nota: Elaboración propia.

Tabla 8. Grupos ecológicos asignados a los organismos bentónicos del entorno del emisario submarino de Industria Atunera S.A.C.

Especie	Grupo ecológico asignado	Factor
<i>Acanthonyx petiverii</i>	1	0
<i>Aglaophamus verilli</i>	2	1,5
<i>Americhelidium sp.</i>	3	3
<i>Ampelisca sp.</i>	1	0
<i>Ampharetidae ND</i>	2	1,5
<i>Ancistrosyllis sp.</i>	3	3
<i>Aphelochaeta sp.</i>	4	4,5
<i>Aricidea catherinae</i>	2	1,5
<i>Axiothella rubrocincta</i>	1	0
<i>Caecum sp.</i>	2	1,5
<i>Callianassidae ND</i>	3	3
<i>Capitellidae ND</i>	5	6
<i>Cautleriella sp.</i>	3	3
<i>Chaetozone sp.</i>	3	3
<i>Cossura cf. laeviseta</i>	3	3
<i>Crossata ventricosa</i>	3	3
<i>Cumacea ND</i>	3	3
<i>Cycloxanthops sexdecimdentatus</i>	2	1,5
<i>Diopatra obliqua</i>	2	1,5
<i>Eudevenopus sp.</i>	1	0
<i>Flabelligeridae ND</i>	1	0
<i>Glycera americana</i>	1	0
<i>Glycinde sp.</i>	2	1,5
<i>Harmothoe sp.</i>	2	1,5
<i>Hemipodia californiensis</i>	2	1,5
<i>Hermundura fauveli</i>	2	1,5
<i>Kirkegaardia sp.</i>	3	3
<i>Lasaeidae ND</i>	2	1,5
<i>Latreutes antiborealis</i>	1	0
<i>Leitoscoloplos sp.</i>	4	4,5
<i>Liljeborgiidae ND</i>	1	0
<i>Lumbrineridae ND</i>	4	4,5
<i>Magelona alleni</i>	1	0

Especie	Grupo ecológico asignado	Factor
<i>Magelona marianae</i>	1	0
<i>Mediomastus sp.</i>	4	4,5
<i>Nemertea ND</i>	3	3
<i>Nereis grubei</i>	3	3
<i>Nucula sp.</i>	1	0
<i>Owenia collaris</i>	1	0
<i>Pagurus sp.</i>	2	1,5
<i>Paraprionospio pinnata</i>	4	4,5
<i>Phascolosomatidae ND</i>	3	3
<i>Photidae ND</i>	1	0
<i>Pinnixa transversalis</i>	2	1,5
<i>Platynereis bicanaliculata</i>	2	1,5
<i>Podarkeopsis brevipalpa</i>	2	1,5
<i>Prionospio sp.</i>	3	3
<i>Sabellidae ND</i>	1	0
<i>Saccella eburnea</i>	2	1,5
<i>Solenosteira fusiformis</i>	3	3
<i>Spiophanes duplex</i>	3	3
<i>Stenothoidae ND</i>	2	1,5
<i>Sthenelais sp.</i>	2	1,5
<i>Tellina sp.</i>	4	4,5
<i>Terebellidae ND</i>	1	0

Nota: Elaboración propia.

Tabla 9. Grupos ecológicos asignados a los organismos bentónicos en torno al emisario submarino de Industrial Pesquera Santa Mónica S.A.

Especie	Grupo ecológico asignado	Factor
<i>Acanthonyx petiverii</i>	1	0
<i>Aglaophamus verilli</i>	2	1,5
<i>Ampelisca sp.</i>	1	0
<i>Ampharetidae ND</i>	2	1,5
<i>Ancistrosyllis sp.</i>	3	3
<i>Aphelochaeta sp.</i>	4	4,5
<i>Aricidea catherinae</i>	2	1,5
<i>Axiothella rubrocincta</i>	1	0
<i>Callianassidae ND</i>	3	3
<i>Capitella capitata</i>	5	6
<i>Capitella sp.</i>	5	6
<i>Capitellidae ND</i>	5	6
<i>Cauterella sp.</i>	3	3
<i>Chaetozone sp.</i>	3	3
<i>Chiton cumingsii</i>	2	1,5
<i>Cossura cf. laeviseta</i>	3	3
<i>Crossata ventricosa</i>	3	3
<i>Cumacea ND</i>	3	3
<i>Cycloxanthops sexdecimdentatus</i>	2	1,5
<i>Diopatra obliqua</i>	2	1,5
<i>Epialtidae ND</i>	1	0
<i>Erichthonius punctatus</i>	1	0
<i>Eudevenopus sp.</i>	1	0
<i>Flabelligeridae ND</i>	1	0
<i>Glycera americana</i>	1	0
<i>Glycinde sp.</i>	2	1,5
<i>Harmothoe sp.</i>	2	1,5
<i>Hemipodia californiensis</i>	2	1,5
<i>Hermundura fauveli</i>	2	1,5
<i>Kirkegaardia sp.</i>	3	3
<i>Lasaeidae ND</i>	2	1,5
<i>Latreutes antiborealis</i>	1	0
<i>Leitoscoloplos sp.</i>	4	4,5

Espece	Grupo ecológico asignado	Factor
<i>Liljeborgiidae ND</i>	1	0
<i>Lumbrineridae ND</i>	4	4,5
<i>Lumbrineris sp.</i>	2	1,5
<i>Maeridae ND</i>	3	3
<i>Magelona alleni</i>	1	0
<i>Magelona marianae</i>	1	0
<i>Mediomastus sp.</i>	4	4,5
<i>Naineris sp.</i>	1	0
<i>Nassarius collarius</i>	2	1,5
<i>Nassarius pagodus</i>	2	1,5
<i>Nemertea ND</i>	3	3
<i>Nephtys cf. Caecoides</i>	2	1,5
<i>Nereis grubei</i>	3	3
<i>Nucula sp.</i>	1	0
<i>Owenia collaris</i>	1	0
<i>Pagurus sp.</i>	2	1,5
<i>Phascolosomatidae ND</i>	3	3
<i>Photidae ND</i>	1	0
<i>Pinnixa transversalis</i>	2	1,5
<i>Platyhelminthes ND</i>	2	1,5
<i>Platynereis bicanaliculata</i>	2	1,5
<i>Podarkeopsis brevipalpa</i>	2	1,5
<i>Prionospio sp.</i>	3	3
<i>Prionospio sp.2</i>	3	3
<i>Sabellidae ND</i>	1	0
<i>Schistomeringos annulata</i>	5	6
<i>Scoletoma tetraura</i>	2	1,5
<i>Solenosteira fusiformis</i>	3	3
<i>Spiochaetopterus sp.</i>	3	3
<i>Spiophanes duplex</i>	3	3
<i>Stenothoidae ND</i>	2	1,5
<i>Sthenelais sp.</i>	2	1,5
<i>Tagelus sp.</i>	2	1,5
<i>Tellina sp.</i>	4	4,5
<i>Terebellidae ND</i>	1	0

Nota: Elaboración propia.

Tabla 10. Grupos ecológicos asignados a los organismos bentónicos en el entorno del emisario submarino de Pesquera Exalmar S.A.A.

Especie	Grupo ecológico asignado	Factor
<i>Acanthonyx petiverii</i>	1	0
<i>Aglaophamus vernilli</i>	2	1,5
<i>Ampelisca sp.</i>	1	0
<i>Ampharetidae ND</i>	2	1,5
<i>Ancistrosyllis sp.</i>	3	3
<i>Aphelochaeta sp.</i>	4	4,5
<i>Aricidea catherinae</i>	2	1,5
<i>Axiothella rubrocincta</i>	1	0
<i>Callianassidae ND</i>	3	3
<i>Capitella capitata</i>	5	6
<i>Capitella sp.</i>	5	6
<i>Capitellidae ND</i>	5	6
<i>Caryocorbula sp.</i>	4	4,5
<i>Cauleriella sp.</i>	3	3
<i>Chaetopterus sp.</i>	3	3
<i>Chiton cumingsii</i>	2	1,5
<i>Chone sp.</i>	2	1,5
<i>Cossura cf. laeviseta</i>	3	3
<i>Crepidatella sp.</i>	2	1,5
<i>Crossata ventricosa</i>	3	3
<i>Cumacea ND</i>	3	3
<i>Cycloxanthops sexdecimdentatus</i>	2	1,5
<i>Diopatra obliqua</i>	2	1,5
<i>Diopatra sp.</i>	2	1,5
<i>Epialtidae ND</i>	1	0
<i>Eudevenopus sp.</i>	1	0
<i>Eusyllis liniata</i>	2	1,5
<i>Exogoninae ND</i>	3	3
<i>Felicioliva kaleontina</i>	3	3
<i>Flabelligeridae ND</i>	1	0
<i>Glycera americana</i>	1	0
<i>Glycinde sp.</i>	2	1,5
<i>Gyptis sp.</i>	2	1,5

Especie	Grupo ecológico asignado	Factor
<i>Harmothoe sp.</i>	2	1,5
<i>Hemipodia californiensis</i>	2	1,5
<i>Hemundura fauveli</i>	2	1,5
<i>Hesionidae ND</i>	2	1,5
<i>Iliochione subrugosa</i>	2	1,5
<i>Kinbergonuphis multidentata</i>	2	1,5
<i>Kirkegaardia sp.</i>	3	3
<i>Lasaeidae ND</i>	2	1,5
<i>Latreutes antiborealis</i>	1	0
<i>Leitoscoloplos sp.</i>	4	4,5
<i>Liljeborgiidae ND</i>	1	0
<i>Lumbrineridae ND</i>	4	4,5
<i>Lumbrineridae ND2</i>	2	1,5
<i>Lumbrineris sp.</i>	2	1,5
<i>Magelona alleni</i>	1	0
<i>Magelona marianae</i>	1	0
<i>Maldanidae ND</i>	1	0
<i>Mediomastus sp.</i>	4	4,5
<i>Naineris sp.</i>	1	0
<i>Nassarius collaris</i>	2	1,5
<i>Nassarius pagodus</i>	2	1,5
<i>Natica sp.</i>	2	1,5
<i>Nemertea ND</i>	3	3
<i>Nephtys cf. Caecoides</i>	2	1,5
<i>Nephtys impressa</i>	2	1,5
<i>Nereis grubei</i>	3	3
<i>Nucula pisum</i>	4	4,5
<i>Nucula sp.</i>	1	0
<i>Oedicerotidae ND</i>	1	0
<i>Oligochaeta ND</i>	5	6
<i>Olivella sp.</i>	1	0
<i>Owenia collaris</i>	1	0
<i>Paguridae ND</i>	2	1,5
<i>Pagurus sp.</i>	2	1,5
<i>Paraprionospio pinnata</i>	4	4,5
<i>Phascolosomatidae ND</i>	3	3

Especie	Grupo ecológico asignado	Factor
<i>Photidae ND</i>	1	0
<i>Phoxocephalidae ND</i>	1	0
<i>Pinnixa transversalis</i>	2	1,5
<i>Pinnixa valdiviensis</i>	1	0
<i>Platynereis bicanaliculata</i>	2	1,5
<i>Podarkeopsis brevipalpa</i>	2	1,5
<i>Prionospio sp.</i>	3	3
<i>Sabellidae ND</i>	1	0
<i>Saccella eburnea</i>	2	1,5
<i>Scaphopoda ND</i>	1	0
<i>Scoletoma tetraura</i>	2	1,5
<i>Sigambra bassi</i>	4	4,5
<i>Sigambra tentaculata</i>	4	4,5
<i>Solenosteira fusiformis</i>	3	3
<i>Spiochaetopterus sp.</i>	3	3
<i>Spiophanes duplex</i>	3	3
<i>Spiophanes sp.</i>	3	3
<i>Stenothoidae ND</i>	2	1,5
<i>Sthenelais sp.</i>	2	1,5
<i>Synalpheus spinifrons</i>	2	1,5
<i>Tagelus sp.</i>	2	1,5
<i>Tellina sp.</i>	4	4,5
<i>Terebellidae ND</i>	1	0
<i>Transennella pannosa</i>	2	1,5
<i>Trophoniella sp.</i>	2	1,5

Nota: Elaboración propia.

4. Corrida

Una vez verificada la asignación de grupos ecológicos, el software realiza el cálculo del índice mediante la fórmula presentada al inicio del documento:

$$AMBI = \frac{(0 \times \%GEI) + (1,5 \times \%GEII) + (3 \times \%GEIII) + (4,5 \times \%GEIV) + (6 \times \%GEV)}{100}$$

Figura 6. Resultados del software AMBI v6.0 correspondientes al entorno de la Estación Naval de Paita

Station	ST	ST1	ST2	STP	ST	No. S.	AMBI	ST	Clasificación	Clasificación
00-211-0	0.8	11.0	11.0	88.8	0.8	0.0	0.700	3	Modestamente Alterado	Modestamente Alterado
00-211-1	0.8	11.0	11.0	74.8	0.8	0.0	0.700	3	Modestamente Alterado	Modestamente Alterado
00-211-2	0.8	10.8	8.0	87.0	1.0	0.0	0.500	3	Modestamente Alterado	Modestamente Alterado
00-211-3	0.8	11.0	11.0	88.8	0.8	0.0	0.700	3	Modestamente Alterado	Modestamente Alterado
00-211-4	0.8	11.0	11.0	88.8	0.8	0.0	0.700	3	Modestamente Alterado	Modestamente Alterado

Nota: AMBI v 6.0. Fecha de consulta: 13-04-23.

Figura 7. Resultados del software AMBI v6.0 correspondientes al entorno de Pesquera Hayduk S.A.

Station	ST	ST1	ST2	STP	ST	No. S.	AMBI	ST	Clasificación	Clasificación
00-211-0	0.8	11.0	11.0	88.8	0.8	0.0	0.700	3	Modestamente Alterado	Modestamente Alterado
00-211-1	0.8	11.0	11.0	74.8	0.8	0.0	0.700	3	Modestamente Alterado	Modestamente Alterado
00-211-2	0.8	10.8	8.0	87.0	1.0	0.0	0.500	3	Modestamente Alterado	Modestamente Alterado
00-211-3	0.8	11.0	11.0	88.8	0.8	0.0	0.700	3	Modestamente Alterado	Modestamente Alterado
00-211-4	0.8	11.0	11.0	88.8	0.8	0.0	0.700	3	Modestamente Alterado	Modestamente Alterado

Nota: AMBI v 6.0. Fecha de consulta: 13-04-23.

Figura 8. Resultados del software AMBI v6.0 correspondientes al entorno de Pesquera Altair S.A.C

Station	ST	ST1	ST2	STP	ST	No. S.	AMBI	ST	Clasificación	Clasificación
00-211-0	0.8	11.0	11.0	88.8	0.8	0.0	0.700	3	Modestamente Alterado	Modestamente Alterado
00-211-1	0.8	11.0	11.0	74.8	0.8	0.0	0.700	3	Modestamente Alterado	Modestamente Alterado
00-211-2	0.8	10.8	8.0	87.0	1.0	0.0	0.500	3	Modestamente Alterado	Modestamente Alterado
00-211-3	0.8	11.0	11.0	88.8	0.8	0.0	0.700	3	Modestamente Alterado	Modestamente Alterado
00-211-4	0.8	11.0	11.0	88.8	0.8	0.0	0.700	3	Modestamente Alterado	Modestamente Alterado

Nota: AMBI v 6.0. Fecha de consulta: 13-04-23.

Figura 9. Resultados del software AMBI v6.0 correspondientes al entorno de Seafrost S.A.C.

Station	SE	N10	N15	N17	N19	N20	No. S.	MSL	SI	Estimacion	Classification
MS-020-0	14.0	14.0	12.7	12.8	12.8	12.8	0.0	2.743	0	Slightly disturbed	
MS-010	10.9	10.1	8.7	12.4	8.5	8.5	0.0	1.939	0	Slightly disturbed	
MS-012	8.8	10.7	8.8	14.7	9.0	9.0	0.0	3.052	0	Nonseriously disturbed	
MS-008-0	8.0	8.7	8.0	17.0	8.0	8.0	0.0	4.162	0	Nonseriously disturbed	

Nota: AMBI v 6.0. Fecha de consulta: 13-04-23.

Figura 10. Resultados del software AMBI v6.0 correspondientes al entorno de Industrial Pesquera Santa Mónica S.A.

Station	SE	N10	N15	N17	N19	N20	No. S.	MSL	SI	Estimacion	Classification
MS-010-0	14.0	14.0	12.7	12.8	12.8	12.8	0.0	2.743	0	Slightly disturbed	
MS-012	10.9	10.1	8.7	12.4	8.5	8.5	0.0	1.939	0	Slightly disturbed	
MS-010	8.0	10.7	8.8	14.7	9.0	9.0	0.0	3.052	0	Nonseriously disturbed	
MS-008	8.0	11.8	10.0	19.5	9.0	9.0	0.0	2.912	1	Slightly disturbed	
MS-005	8.0	8.8	8.0	8.0	10.0	10.0	0.0	5.729	0	Slightly disturbed	
MS-001	14.0	14.0	12.7	12.8	12.8	12.8	0.0	2.743	0	Slightly disturbed	

Nota: AMBI v 6.0. Fecha de consulta: 13-04-23.

Figura 11. Resultados del software AMBI v6.0 correspondientes al entorno de Pesquera Exalmar S.A.A.

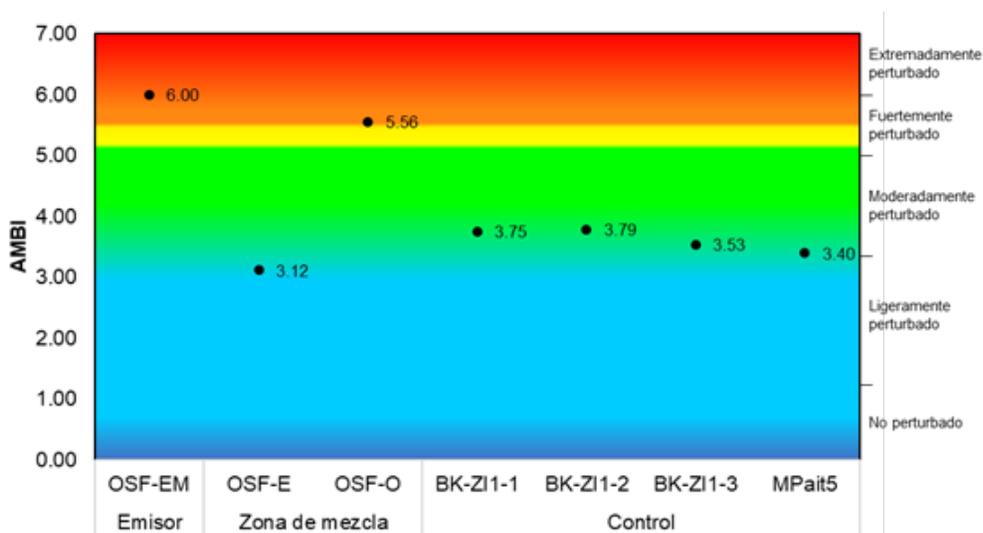
Station	SE	N10	N15	N17	N19	N20	No. S.	MSL	SI	Estimacion	Classification
MS-020-0	14.0	14.0	12.7	12.8	12.8	12.8	0.0	2.743	0	Slightly disturbed	
MS-012	10.9	10.1	8.7	12.4	8.5	8.5	0.0	1.939	0	Slightly disturbed	
MS-010	8.8	10.7	8.8	14.7	9.0	9.0	0.0	3.052	0	Nonseriously disturbed	
MS-008	11.8	10.0	10.0	19.5	9.0	9.0	0.0	2.912	1	Slightly disturbed	
MS-005	11.8	10.0	8.7	19.5	9.0	9.0	0.0	4.308	0	Slightly disturbed	
MS-008-0	10.9	10.0	17.1	14.6	10.0	10.0	0.0	2.943	0	Slightly disturbed	
MS-001	14.0	14.0	12.7	12.8	12.8	12.8	0.0	2.743	0	Slightly disturbed	

Nota: AMBI v 6.0. Fecha de consulta: 13-04-23.

5. Elaboración de gráficos

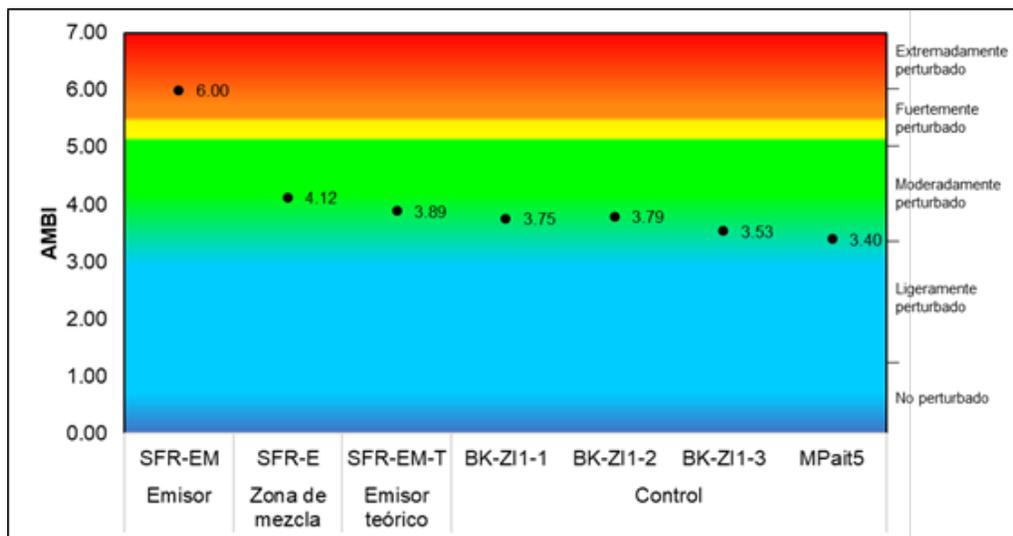
Los datos son sistematizados y se elaboran los gráficos y las tablas correspondientes a los resultados obtenidos, los cuales se presentan a modo de ejemplo:

Figura 12. Valores AMBI en el entorno del emisario submarino de Océano Seafood S.A. y sitios control



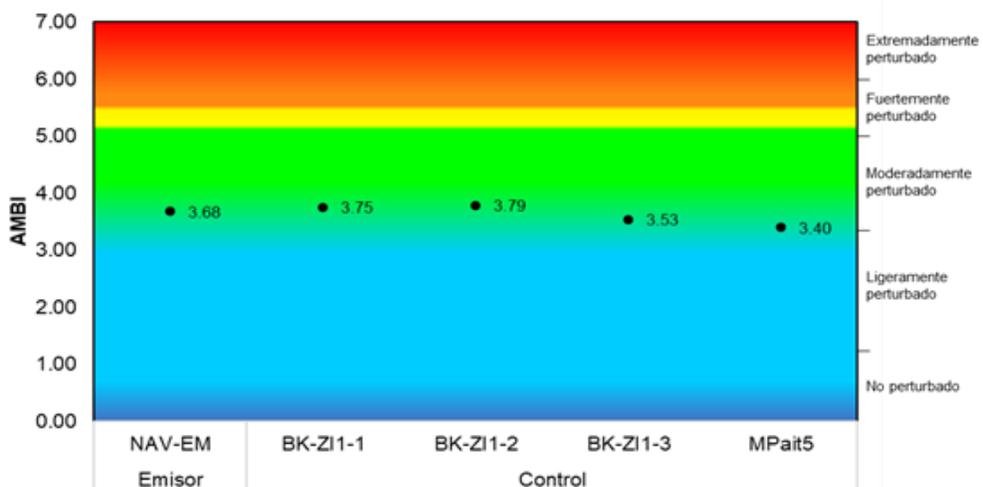
Nota: Elaboración propia.

Figura 13. Valores AMBI en el entorno del emisario submarino de Pesquera Seafrost S.A.C y sitios control



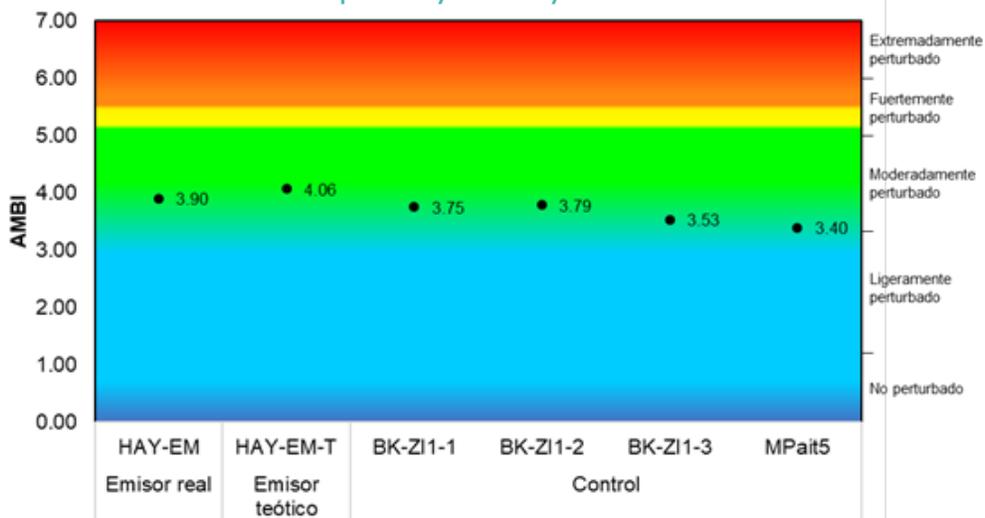
Nota: Elaboración propia.

Figura 14. Valores AMBI en el entorno del emisario submarino de la Estación Naval de Paita y sitios control



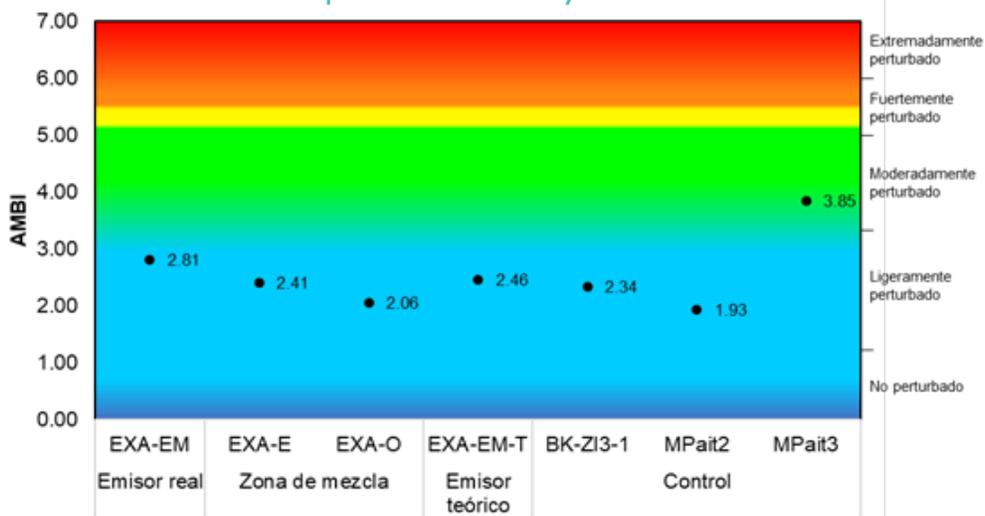
Nota: Elaboración propia.

Figura 15. Valores AMBI en el entorno del emisario submarino de Pesquera Hayduk S.A. y sitios control



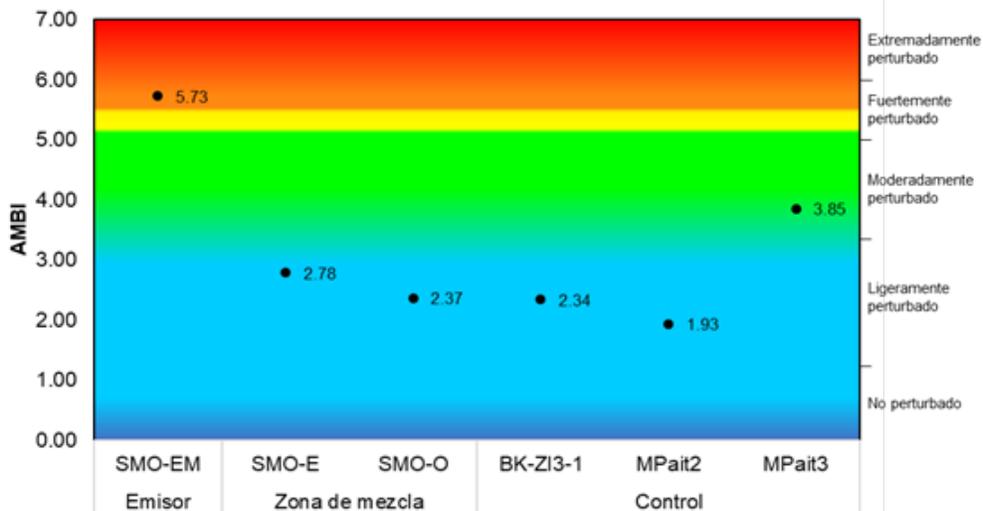
Nota: Elaboración propia.

Figura 16. Valores AMBI en el entorno del emisario submarino de Pesquera Exalmar S.A.A. y sitios control



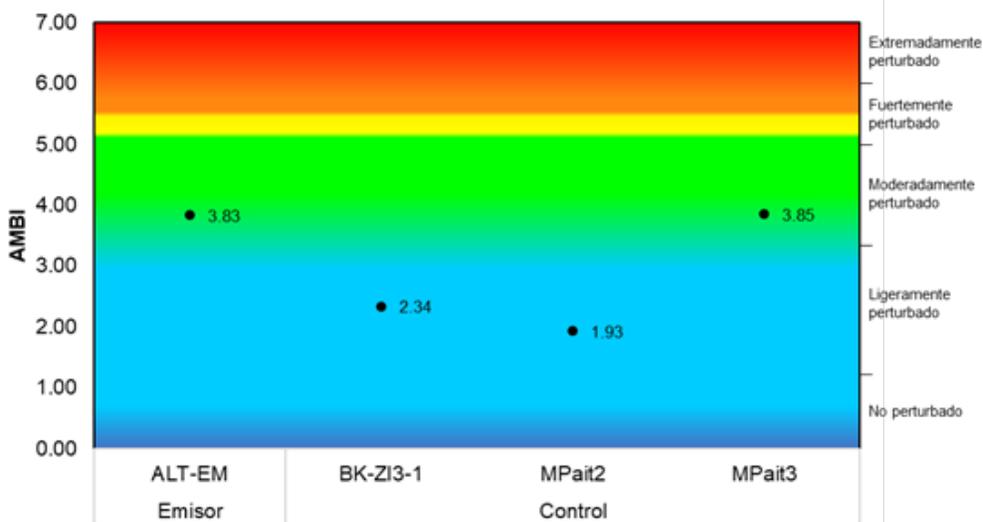
Nota: Elaboración propia.

Figura 17. Valores AMBI en el entorno del emisario submarino de Industrial Pesquera Santa Mónica S.A. y sitios control



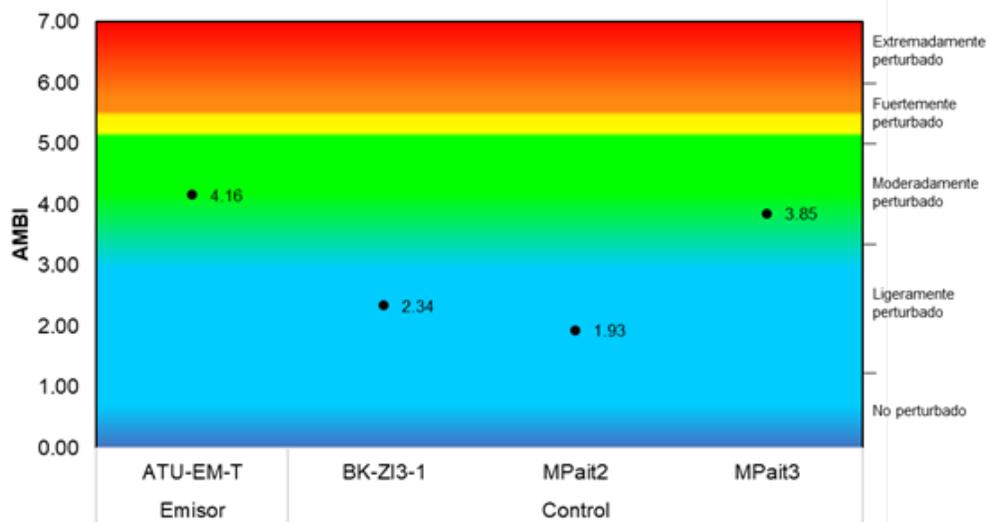
Nota: Elaboración propia.

Figura 18. Valores AMBI en el entorno del emisario submarino de Pesquera Altair S.A.C y sitios control



Nota: Elaboración propia.

Figura 19. Valores AMBI en el entorno del emisario submarino de Industria Atunera S.A.C y sitios control



Nota: Elaboración propia.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Coordinaciones con los administrados en el marco de las supervisiones	20
Tabla 2.	Categoría de agua de mar	32
Tabla 3.	Plantas de procesamiento de recursos hidrobiológicos (congelado y enlatado), ubicadas en la bahía de Paita	34
Tabla 4.	Plantas de procesamiento de harina de pescado, ubicadas en la bahía de Paita	35
Tabla 5.	Puntos de monitoreo y su clasificación según las categorías de la ANA	36
Tabla 6.	Puntos de monitoreo de hidrobiología en el ambiente submareal de la bahía de Paita	41
Tabla 7.	Detalle de instrumentos de gestión ambiental y actividades por administrado	17
Tabla 8.	Parámetros considerados en la evaluación de los efluentes	51
Tabla 9.	Parámetros considerados en la caracterización de los emisarios submarinos	63
Tabla 10.	Parámetros considerados en la evaluación de agua y sedimento	64
Tabla 11.	Información del modelo de dispersión de contaminantes	65
Tabla 12.	Información del modelo meteorológico	66
Tabla 13.	Resultados del muestreo de efluentes comparados con los LMP (zona industrial I)	66
Tabla 14.	Resultados del muestreo de efluentes comparados con los LMP (zona industrial III)	66
Tabla 15.	Resultados de verificación de cumplimiento de las especificaciones técnicas de los emisarios submarinos (zona industrial I)	70
Tabla 16.	Resultados de verificación de cumplimiento de las especificaciones técnicas de los emisarios submarinos (zona industrial III)	71
Tabla 17.	Resultados del modelado zona de mezcla del emisario de Seafrost	73
Tabla 18.	Resultados del modelado zona de mezcla del emisario de Hayduk	75
Tabla 19.	Resultados del modelado zona de mezcla del emisario de Marina de Guerra	85
Tabla 20.	Resultados del modelado zona de mezcla del emisario de Océano	86

Tabla 21.	Resultados del modelado zona de mezcla del emisario de Altair	88
Tabla 22.	Resultados del modelado zona de mezcla del emisario de Exalmar	88
Tabla 23.	Resultados del modelado zona de mezcla del emisario de Santa Mónica	89
Tabla 24.	Resultados del modelado zona de mezcla del emisario de Atunera	89
Tabla 25.	Interpretación de los resultados del AMBI	91
Tabla 26.	Interpretación del índice AMBI entorno al emisario de Seafrost	92
Tabla 27.	Interpretación del índice AMBI entorno al emisario de Hayduk	92
Tabla 28.	Interpretación del índice AMBI entorno al emisario de Marina de Guerra	93
Tabla 29.	Interpretación del índice AMBI entorno al emisario de Océano	93
Tabla 30.	Interpretación del índice AMBI entorno al emisario de Altair	94
Tabla 31.	Interpretación del índice AMBI entorno al emisario de Exalmar	95
Tabla 32.	Interpretación del índice AMBI entorno al emisario de Santa Mónica	95
Tabla 33.	Interpretación del índice AMBI entorno al emisario de Industria Atunera	96
Tabla 34.	Estado del cumplimiento de la obligación ambiental de disposición final (emisario submarino) de las zonas industriales I y III de la bahía de Paita	98
Tabla 35.	Compromiso con los administrados en el marco de las supervisiones	103
Tabla 36.	Seguimiento con los administrados en el marco de las supervisiones	104
Tabla 37.	Instrumental regulatorio empleado	111

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Mapa de la bahía de Paita	14
Figura 2.	Registro de desembarques de productos marinos y producción de enlatados y congelados en el departamento de Piura	15
Figura 3.	Cadena de valor de la fiscalización ambiental	18
Figura 4.	Pasos para la planificación de la fiscalización ambiental	18
Figura 5.	Mapa de ubicación de la bahía de Paita	58
Figura 6.	Zonas de pesca y presencia de bancos naturales	59
Figura 7.	Resultados del OD en la zona industrial I (mayo-junio de 2022)	78
Figura 8.	Resultados de materia orgánica en el sedimento de la zona industrial I (mayo-junio de 2022)	79
Figura 9.	Concentración de materia orgánica durante el 2016	80
Figura 10.	Resultados del OD en la zona industrial III (mayo-junio de 2022)	82
Figura 11.	Resultados de materia orgánica en el sedimento de la zona industrial III (mayo-junio 2022)	84



PERÚ

Ministerio
del Ambiente



BICENTENARIO
DEL PERÚ
2021 - 2024

ISBN 978-612-434107-6



9 786124 341076