



PROYECTO
HUMBOLDT II
HACIA LA SUSTENTABILIDAD DEL
GRAN ECOSISTEMA MARINO



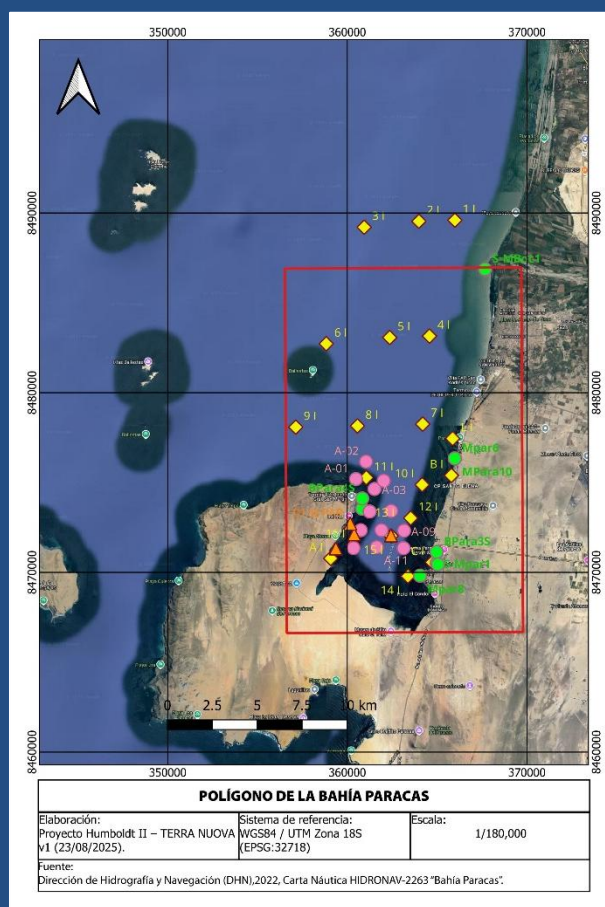
PERÚ

Ministerio
de la Producción



INFORME DE AVANCE N° 2

Propuesta de Índice de Calidad Ambiental para el ámbito marino costero de la bahía de Paracas y mecanismo de implementación



Proyecto Humboldt II Lima, Perú, Mayo 2023

Imagen: Proyecto Humboldt II – TERRA NUOVA

Servicio de consultoría para elaborar una propuesta de Índice de Calidad Ambiental para el ámbito marino costero de la bahía de Paracas y mecanismo de implementación.

Por:

Terra Nuova - Centro Per La Solidarieta E La Cooperazione Tra I Popoli

Consultora, Perú

UNDP-PER-00670/ 2025

Contrato N° 10403285

Citar como:

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 2025. Servicio de consultoría para elaborar una propuesta de Índice de Calidad Ambiental para el ámbito marino costero de la bahía de Paracas y mecanismo de implementación. Segundo Producto, Análisis de viabilidad de implementación de un Índice de Calidad Ambiental para la bahía de Paracas. Proyecto "Catalizando la Implementación de un Programa de Acción Estratégico para la Gestión Sostenible de los Recursos Marinos Vivos Compartidos en el Sistema de la Corriente de Humboldt, Proyecto Humboldt II", Lima. 89 pp. + Anexos

Lima, 2025

TABLA DE CONTENIDO

Lista de imágenes	6
Lista de cuadros	7
Lista de tablas.....	7
Lista de acrónimos.....	8
1. INFORME DE TALLER DE CAPACITACIÓN SOBRE USO DE ÍNDICES DE MONITOREO DE CALIDAD AMBIENTAL EN ZONAS MARINO-COSTERAS	9
1.1. Datos Generales	9
1.2. Antecedentes.....	9
1.3. Objetivos del Taller	9
1.4. Participantes	10
1.5. Desarrollo del Taller (Resumen de Contenidos)	10
1.6. Conclusiones y Acuerdos.....	11
1.7. Anexos.....	11
2. INFORME TÉCNICO DE LA VIABILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN DE ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL PARA EL ÁMBITO DE LA BAHÍA DE PARACAS (ICAM U OTRO ÍNDICE, O ÍNDICE PROPIO).....	11
Índice de Calidad para Pesca y Acuicultura –ICAM-PE	12
1. Arquitectura y estructura del índice	12
2. Construcción de subíndices.....	13
3. Métodos analíticos y trazabilidad.....	13
4. Requerimientos logísticos.....	14
5. Requisitos de información y parámetros.....	14
6. Viabilidad en la bahía de Paracas	14
7. Opciones de implementación	15
8. Utilidad para la gestión ambiental	15
9. Fortalezas y limitaciones	15
10. Conclusión	16
Índice de Salud del Océano –IDSO/OHI.....	16
1. Arquitectura y estructura del índice	16
2. Construcción de subíndices.....	17
3. Métodos analíticos y trazabilidad.....	18

4.	Requerimientos logísticos.....	19
5.	Requisitos de información y parámetros.....	19
6.	Viabilidad en la bahía de Paracas	19
7.	Opciones de implementación	20
8.	Utilidad para la gestión ambiental	21
9.	Fortalezas y limitaciones	21
10.	Conclusión	21
3.	INFORME DE REUNIÓN CON EL GRUPO DE TRABAJO INTERINSTITUCIONAL, VINCULADO AL COMITÉ DE GESTIÓN LOCAL DEL PMIZMC DE PISCO, PRESENTANDO EL RESULTADO ANÁLISIS SOBRE VIABILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN DE ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LA BAHÍA DE PARACAS	22
3.1.	Datos Generales	22
3.2.	Antecedentes.....	22
3.3.	Objetivos de la Reunión.....	22
3.4.	Participantes	23
3.5.	Desarrollo de la Reunión (Resumen de contenidos).....	23
3.6.	Conclusiones.....	24
3.7.	Acuerdos	24
3.8.	Anexos.....	24
4.	INFORME TÉCNICO DE EJERCICIO DE IMPLEMENTACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL ELEGIDO PARA LA BAHÍA DE PARACAS CON INFORMACIÓN DEL PERIODO 2014-2024.....	25
4.1.	Recolección y sistematización de los datos obtenidos.....	25
4.1.1.	Recolección de datos	25
4.2.	Sistematización de la información.....	26
4.3.	Determinación del ICAM – PA.....	32
4.3.1.	Selección de parámetros.....	32
4.3.2.	Método adaptado para la determinación del ICAM – PA	34
4.3.3.	Determinación de sub índices.....	35
4.3.3.1.	Oxígeno disuelto.....	36
4.3.3.2.	pH.....	37
4.3.3.3.	Solidos suspendidos totales	38

4.3.3.4.	Mercurio	39
4.3.3.5.	Zinc	40
4.3.3.6.	Aceites y grasas.....	41
4.3.3.7.	Demanda bioquímica de oxígeno	42
4.3.3.8.	Hidrocarburos totales de petróleo	43
4.3.3.9.	Coliformes termotolerantes.....	44
4.3.3.10.	Temperatura Superficial Marina (TSM)	45
4.3.4.	Sectorización de la bahía	46
4.3.5.	Determinación del Índice de calidad ambiental por sector.	49
4.3.5.1.	ICAM – PA Zona Norte.....	50
4.3.5.2.	ICAM – PA Zona Centro	51
4.3.5.3.	ICAM – PA Zona Chaco	53
4.3.5.4.	ICAM – PA Zona Puerto	55
5.	PROPUESTA SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA AMBIENTAL PARA EL SEGUIMIENTO DEL ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LA BAHÍA DE PARACAS (PLATAFORMA DE VISUALIZACIÓN SIG)	57
5.1.	Etapa inicial: preparación de la información y estructura de datos	57
5.2.	Etapa de georreferenciación y creación de capas SIG	58
5.3.	Etapa de diseño cartográfico y visualización analítica.....	58
5.4.	Etapa de integración y publicación en la nube.....	58
6.	REPORTE DE REUNIONES DE COORDINACIÓN/TRABAJO CON LA CONTRAPARTE TÉCNICA, ESPECIALISTAS, REPRESENTANTES DE INSTITUCIONES PÚBLICAS O PRIVADAS, ENTRE OTROS.....	63
7.	BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.....	65
8.	ANEXOS.....	66
	ANEXO 1: Cálculo de ICA Paracas por sectores (se adjunta em correo)	66
	ANEXO 2: PPTs	66
	ANEXO 3: Listas de asistencia	78
	ANEXO 4: Actas de reuniones	84
	ANEXO 5: Notas de prensa.....	91

Lista de imágenes

Imagen 1 Solicitud de información a institución pública IMARPE	25
Imagen 2 Solicitud de información a institución pública SANIPES.....	25
Imagen 3 Instituciones públicas y privadas que se obtuvo información	26
Imagen 4 Estaciones de monitoreo de PlusPetrol e IMARPE.....	30
Imagen 5 Estaciones de monitoreo OEFA	30
Imagen 6 Estaciones de monitoreo de la ANA y SANIPES.....	31
Imagen 7 Parámetros monitoreados por PlusPetrol	31
Imagen 8 Curva de la función de calidad de oxígeno en la bahía de Paracas.....	36
Imagen 9 Curva de la función de calidad de pH en la bahía de Paracas	37
Imagen 10 Curva de la función de calidad de sólidos suspendidos totales en la bahía de Paracas .	38
Imagen 11 Curva de la función de calidad de mercurio en la bahía de Paracas.....	39
Imagen 12 Curva de la función de calidad de Zinc en la bahía de Paracas	40
Imagen 13 Curva de la función de calidad de aceites y grasas en la bahía de Paracas	41
Imagen 14 Curva de la función de calidad de demanda bioquímica de oxígeno en la bahía de Paracas	42
Imagen 15 Curva de la función de calidad de hidrocarburos totales de petróleo en la bahía de Paracas	43
Imagen 16 Curva de la función de calidad de coliformes termo tolerantes en la bahía de Paracas	44
Imagen 17 Curva de la función de calidad de temperatura superficial marina en la bahía de Paracas	45
Imagen 18 Sectorización de las estaciones (Sectores) de monitoreo.....	46
Imagen 19 ICAM Note 2do semestre	50
Imagen 20 ICAM Norte 1er semestre.....	50
Imagen 21 ICAM centro 2do semestre	52
Imagen 22 ICAM centro 1er semestre	52
Imagen 23 ICAM Chaco 1er semestre	54
Imagen 24 ICAM Chaco 2do semestre	54
Imagen 25 ICAM Puerto 1er semestre	56
Imagen 26 ICAM Puerto 2do semestre	56
Imagen 27 Secuencia de preparación de visualización SIG.....	57
Imagen 28 Visualización de concentraciones de Zinc en la bahía de Paracas	59
Imagen 29 Visualización del pH en la bahía de Paracas.....	60
Imagen 30 Visualización de concentración de coliformes Termo tolerantes en la bahía de Paracas	61
Imagen 31 Visualización de concentraciones de Hidrocarburos Totales de Petróleo en la bahía de Paracas	62
Imagen 32 Correo recibido con información por el Terminal Portuario de Paracas	63
Imagen 33 Correo recibido por el ALA sede río seco	64

Lista de cuadros

Cuadro 1 Parámetros monitoreados por la Autoridad Nacional del Agua (ANA)	26
Cuadro 2 Parámetros monitoreados por el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA).....	27
Cuadro 3 Parámetros monitoreados por PlusPetrol	27
Cuadro 4 Parámetros monitoreados por el IMARPE y SANIPES	27
Cuadro 5 Plantilla Excel para sistematización de los datos.....	29
Cuadro 6 Clasificación del índice de calidad ambiental	35
Cuadro 7 Detalle de instituciones y estaciones en el sector norte	47
Cuadro 8 Detalle de instituciones y estaciones en el sector centro	47
Cuadro 9 Detalle de instituciones y estaciones en el sector chaco	47
Cuadro 10 Detalle de instituciones y estaciones en el sector puerto	49

Lista de tablas

Tabla 1 Recurrencia en el monitoreo por parámetro-año	32
Tabla 2 Escala de subíndice de oxígeno disuelto	36
Tabla 3 Escala de subíndice de pH	37
Tabla 4 Escala de subíndice de SST	38
Tabla 5 Escala de subíndice de Hg.....	39
Tabla 6 Escala de subíndice de Zn	40
Tabla 7 Escala de subíndice de Aceites y Grasas (A&G)	41
Tabla 8 Escala de subíndice de DBO ₅	42
Tabla 9 Escala de subíndice de HTT.....	43
Tabla 10 Escala de subíndice de CTT	44
Tabla 11 Escala de subíndice de Temperatura Superficial Marina	45

Lista de acrónimos

Acrónimo	Significado
ICA (ICAM)	Índice de Calidad de Aguas Marinas
IDSO/OHI	Índice de Salud del Océano (Ocean Health Index)
ANA	Autoridad Nacional del Agua
OEFA	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
MINAM	Ministerio del Ambiente
IMARPE	Instituto del Mar del Perú
SERNANP	Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado
DICAPI	Dirección General de Capitanías y Guardacostas
APN	Autoridad Portuaria Nacional
DHN	Dirección de Hidrografía y Navegación
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
SANIPES	Autoridad Nacional de Sanidad e Inocuidad en Pesca y Acuicultura
PRODUCE	Ministerio de la Producción
RNP	Reserva Nacional de Paracas
ECA	Estándares de Calidad Ambiental
LMP	Límites Máximos Permisibles
HTP	Hidrocarburos Totales de Petróleo
A&G	Aceites y Grasas
CTT	Coliformes Termotolerantes
SST	Sólidos Suspendidos Totales
TSM	Temperatura Superficial del Mar

1. INFORME DE TALLER DE CAPACITACIÓN SOBRE USO DE ÍNDICES DE MONITOREO DE CALIDAD AMBIENTAL EN ZONAS MARINO-COSTERAS

1.1. Datos Generales

- **Proyecto:** "Catalizando la implementación de un Programa de Acción Estratégico para la Gestión Sostenible de los Recursos Marinos Vivos Compartidos en el Sistema de la Corriente de Humboldt (Humboldt II)".
- **Nombre del Evento:** Taller de "Capacitación sobre uso de Índices de Monitoreo de Calidad Ambiental en Zonas Marino-Costeras".
- **Fecha:** Martes, 07 de octubre de 2025.
- **Horario:** 09:00 a 14:30 horas.
- **Lugar:** Auditorio de la Municipalidad Distrital de Pisco.
- **Organizado por/Aliados:** Ministerio de la Producción (Viceministerio de Pesca y Acuicultura), Instituto del Mar del Perú (IMARPE), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Global Environment Facility (GEF)/ Comité de Gestión Local Pisco-Paracas y Municipalidad Provincial de Pisco.

1.2. Antecedentes

El taller se enmarca en el "Proyecto Humboldt II". Este proyecto da continuidad a un esfuerzo previo (2011-2016) para gestionar el Gran Ecosistema Marino de la Corriente de Humboldt (GEMCH), uno de los más productivos del planeta (aporta cerca del 15% de la producción mundial de pescados) pero que enfrenta altos riesgos de deterioro.

El objetivo del Proyecto Humboldt II es facilitar un manejo y restauración con enfoque ecosistémico. Específicamente, el componente 2 busca fortalecer la calidad ambiental costera mediante la gestión integrada y la Planificación Espacial Marina (PEM). El ámbito de intervención priorizado en Perú es la bahía de Paracas, donde se busca diseñar instrumentos y mecanismos para el monitoreo efectivo de la calidad ambiental.

1.3. Objetivos del Taller

- **Objetivo General:**
 - Fortalecer las capacidades técnicas de los miembros del Comité de Gestión Local para el Manejo Integrado de la Zona Marino Costera Pisco – Paracas, en el uso de índices de monitoreo de calidad ambiental en la Bahía de Paracas.
- **Objetivos Específicos:**
 - Presentar el marco normativo y la selección de parámetros ambientales relevantes para la gestión de la zona marino-costera de la bahía de Paracas.
 - Presentar los avances del estudio y la propuesta metodológica del Índice de Calidad Ambiental (ICA) para la Bahía Paracas.
 - Recoger aportes, observaciones y recomendaciones técnicas de los participantes para la validación y la sostenibilidad del índice de Calidad Ambiental.

1.4. Participantes

Asistieron al taller 30 participantes , conformados por representantes de instituciones públicas, privadas y de la sociedad civil. Entre las instituciones presentes se encontraban:

- Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR)
- Grupo de Aves del Perú (GAP)
- Puerto de Paracas
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)
- Municipalidad Provincial de Pisco
- Terra Nuova
- Reserva Nacional de Paracas
- Dirección General de la Producción
- Instituto del Mar del Perú (IMARPE)
- Asociación de Productores de Pisco (APROPISCO)

(La lista completa de asistentes se encuentra en el Anexo 1: Lista de Asistencia 7 oct.pdf)

1.5. Desarrollo del Taller (Resumen de Contenidos)

El taller se estructuró en dos bloques principales, precedidos por una contextualización del ámbito de estudio.

- **Contexto de la Bahía de Paracas:** Se realizó una descripción de la bahía, identificada como el ámbito de intervención del proyecto. Se destacaron las múltiples actividades que convergen en la zona, como las portuarias, pesqueras, turísticas y de conservación. Se enfatizó la riqueza de sus recursos hidrobiológicos (concha de abanico, pulpo, macroalgas, etc.) y las condiciones oceanográficas (afloramiento) que la sustentan. Finalmente, se identificaron los riesgos y presiones ambientales, como los aportes fluviales del río Pisco (que transportan metales y residuos) y los riesgos asociados a actividades hidrocarburíferas.
- **Bloque I: Marco Conceptual y Normativo:** Se presentó el marco normativo que rige el monitoreo de la calidad ambiental en zonas marino-costeras. Esta revisión incluyó:
 - **Normativa Internacional:** Agenda 21 (Capítulo Mares y Océanos), Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 17) y el Convenio MARPOL para prevenir la contaminación por buques .
 - **Normativa Nacional:** Se destacaron los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, aprobados por D.S. N°004-2017-MINAM , la Ley General de Recursos Hídricos (Ley N° 29338) y la Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA).
- **Bloque II: Marco Metodológico y Propuesta del ICA:** Este bloque se centró en la metodología para construir el índice de calidad ambiental.
 - **Parámetros Relevantes:** Se discutió la selección de parámetros físicos, químicos y microbiológicos clave para la bahía, incluyendo: Temperatura superficial del mar (TSM), Oxígeno disuelto (OD), pH, Sólidos suspendidos totales (SST), Coliformes fecales, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) y Aceites y grasas.
 - **Revisión de Experiencias:** Se analizaron metodologías de otros índices existentes, como el ICAM-PE (Bahía de Supe) , el Índice de Salud del Océano (IDSO/OHI) en Sechura , el Índice de Calidad de Aguas Costeras (ICAC) de Chile y el ICAM-INVEMAR de Colombia.
 - **Propuesta Metodológica (ICA-Paracas):** Se detalló la propuesta específica para la bahía:

1. **Selección de Parámetros:** Basada en la metodología Delphi, que involucra a un panel de expertos para seleccionar las variables de mayor recurrencia e importancia.
2. **Área de Estudio:** Definida geográficamente entre los 13°41'00" S – 13°52'00" S y 76°12'18" W – 76°19'36" W.
3. **Fuentes de Datos:** Se utilizará la información de monitoreo generada por instituciones con competencia en la bahía, como IMARPE, ANA, OEFA y Plus Petrol. Recopilando información entre el 2014 al 2024.
4. **Agrupación:** La información será sistematizada y agrupada por sectores (p.ej., NORTE, CENTRO, SUR).
5. **Formulación y Escala:** El índice se basará en una escala de 5 categorías definidas por colores (Óptima, Adecuada, Aceptable, Inadecuada, Pésima) para resumir los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

1.6. Conclusiones y Acuerdos

- **Conclusiones:**

1. Se logró socializar la propuesta metodológica del Índice de Calidad Ambiental (ICA) para la bahía de Paracas entre los actores clave.
2. Se recogieron aportes técnicos, observaciones y recomendaciones relevantes por parte de los participantes, los cuales son cruciales para la validación y sostenibilidad futura del índice.
3. Se consolidó el compromiso interinstitucional para continuar fortaleciendo el monitoreo ambiental en la zona marino-costera de Pisco-Paracas.

- **Acuerdos:**

1. Se programó una próxima reunión técnica para el día **24 de octubre de 2025**.
2. El objetivo de la próxima reunión será presentar la evaluación e integración de los aportes y observaciones recogidas en este primer taller, así como los resultados de la viabilidad del índice de calidad ambiental propuesto.

1.7. Anexos

1. Lista de Asistencia del 7 oct.
2. Presentación del Taller (PowerPoint)
3. Propuesta de Nota de Prensa (NOTA DE PRENSA 7 OCT.)

2. INFORME TÉCNICO DE LA VIABILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN DE ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL PARA EL ÁMBITO DE LA BAHÍA DE PARACAS (ICAM U OTRO ÍNDICE, O ÍNDICE PROPIO)

Basado en el análisis de evaluación sobre los índices de calidad ambiental (ICAM, IdSO u otros) y su viabilidad de implementación para la gestión de los espacios marino-costeros, en particular en el ámbito de la bahía de Paracas, presentado en el Producto 1, donde se analizó la viabilidad, considerando aspectos de: metodología, requisitos de información, parámetros, viabilidad para su implementación en el ámbito de la bahía de Paracas (considerando la información que se genera en dicha zona), utilidad para la toma de decisión a partir del análisis, entre otros.

De los 5 índices evaluados 2 se consideran con mayor pertinencia de desarrollo e implementación para la Bahía de Paracas (marcados en negrita) en la siguiente lista:

1. ANA –“Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales (ICARHS)”
2. **Índice de Calidad para Pesca y Acuicultura –ICAM-PE (Tesis, Orozco)**
3. **Índice de Salud del Océano –IDSO/OHI**
4. Índice de Calidad de Aguas Costeras –ICAC, Chile.
5. Índice de Calidad de Aguas Marinas y Costeras –ICAM(Colombia/INVEMAR).

Indicando, además, que ambos índices como se verá a continuación resultan ser complementarios de algún modo e inclusive el índice de Salud del Océano (IDSO) involucraría al ICAM-PE en las Metas de conservación (Aguas limpias), en donde el IDSO contiene 10 Metas. Con ello a continuación nos centraremos en el análisis de la viabilidad de implementación de índice de calidad ambiental del ICAM-PE y del IDSO/OHI.

Índice de Calidad para Pesca y Acuicultura –ICAM-PE

1. Arquitectura y estructura del índice

Área de estudio

El área de estudio se desarrolla dentro del ámbito geográfico de la Bahía de Supe.

El **ICAM-PE** propuesto por Orozco (2024) constituye una adaptación avanzada de los índices compuestos de calidad ambiental diseñados para entornos marino-costeros con fines de pesca y acuicultura. Su formulación deriva del modelo **ICAMFF** de **Vivas-Aguas et al. (2014)** y de las familias de índices **ICA-NSF/Dinius**, ampliamente utilizados en hidrología aplicada.

El índice emplea una **agregación geométrica ponderada** de subíndices de calidad (X_i), cada uno asociado a un peso relativo (w_i) que refleja su relevancia ecológica y sanitaria. La expresión general es:

$$ICAM = \left(\prod_{i=1}^n X_i^{w_i} \right)^{\frac{1}{\sum_{i=1}^n w_i}}$$

Este esquema geométrico se justifica porque **incrementa la sensibilidad a variaciones en parámetros críticos** (como OD, pH o DBO₅) y **reduce la compensación excesiva** entre variables, un problema común en los modelos aditivos. De esta forma, un parámetro degradado no puede ser compensado fácilmente por otro en buen estado, lo que refuerza la capacidad del índice para reflejar condiciones ecológicas reales. Es decir, en los ecosistemas (por ejemplo, en la Bahía de Paracas) los procesos biogeoquímicos son interdependientes:

- Si el oxígeno disuelto (OD) está muy bajo, la vida marina se asfixia, **aunque el pH o la temperatura estén bien.**
- Si hay coliformes o hidrocarburos elevados, se compromete la salud ambiental, **aunque otros parámetros sean óptimos.**

Por eso, si se usara un promedio aritmético, un parámetro “bueno” (por ejemplo, pH=95, en la escala de 0-100 como subíndice) podría ocultar un problema crítico (OD=20, en la escala de 0-100 como subíndice), y el índice seguiría mostrando una calidad aceptable.

En cambio, el promedio geométrico penaliza fuertemente los valores bajos, evitando que un parámetro gravemente deteriorado sea “compensado” por otros. Ello permite que el índice sea más realista, porque refleja que un solo parámetro en mal estado puede generar una crisis ecológica. Además de ser más sensible, detectando rápidamente deterioros en variables críticas (OD, DBO₅, pH, etc.) y preventivo, al ser útil para gestión ambiental, porque advierte problemas antes de que se generalicen.

2. Construcción de subíndices

Cada parámetro físico-químico se transforma en un **subíndice parcial de calidad (Xi)** mediante curvas de calibración o tablas específicas, de forma que el rango **0–100** represente una escala progresiva e interpretativa de la condición ambiental.

La escala cualitativa utilizada por el ICAM-PE se basa en la clasificación del **ICAMFF**, con las siguientes categorías:

Rango	Clasificación
100–90	Óptima
90–70	Adecuada
70–50	Aceptable
50–25	Inadecuada
25–0	Pésima

Asimismo, la tesis incorpora un análisis de componentes principales (PCA) para detectar redundancias y correlaciones entre variables, lo que permite reducir la dimensionalidad y conservar solo aquellos parámetros que explican la mayor varianza ambiental. Este enfoque asegura que el conjunto final de indicadores capture los procesos dominantes de calidad de agua, tanto en superficie como en el fondo marino.

3. Métodos analíticos y trazabilidad

El ICAM-PE documenta de manera detallada los protocolos analíticos y de laboratorio, lo que garantiza su trazabilidad y reproducibilidad.

Entre los métodos empleados destacan:

- Determinación de coliformes termotolerantes por el método de tubos múltiples (NMP/APHA 2012).
- Cuantificación de hidrocarburos aromáticos disueltos y dispersos (HAD/HTP) **mediante** espectrofluorometría (IOC-UNESCO, 1984).
- Medición de DBO₅ según ISO 5815:1991, y de aceites y grasas (A&G) por el método APHA 5520B.

Cada procedimiento incluye límites de detección, control de preservación y cadena de custodia, garantizando la calidad de los datos y la integridad del índice. **Para el caso de la consultoría se cuenta con data de instituciones acreditadas cuya información ya cuenta con protocolos y procedimientos acreditados, lo que acredita la validez de la información que se cuenta en la base de datos sistematizada.**

A diferencia del ICARHS de la Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2020), que se centra en el cumplimiento de valores normativos (ECA), el ICAM-PE opera sobre **funciones de**

calidad continua y una escala ordinal, lo que le confiere **mayor flexibilidad y aplicabilidad en matrices marinas y costeras**. Así, gracias a la combinación de estas dos propiedades (función continua + escala ordinal), el ICAM-PE no depende de un tipo de agua específico ni de un único estándar normativo. Puede adaptarse a distintas matrices ambientales, como: Agua superficial marina (columna de agua), aguas intersticiales o de fondo, áreas portuarias, de cultivo o naturales. Pudiendo incorporar variables relevantes para cada contexto (p. ej., hidrocarburos en zonas industriales, coliformes en zonas turísticas, sulfuros en fondos anóxicos), permitiendo ajustar las curvas y ponderaciones según las características locales sin perder la coherencia metodológica del índice.

De lo anteriormente mencionado, se requiere calibraciones locales para ambientes con alta variabilidad natural, como es el caso de Paracas con afloramientos.

4. Requerimientos logísticos

La implementación del ICAM-PE demanda un muestreo estratificado (superficie y fondo) en sectores funcionales de la bahía: desembocadura fluvial, interior, zona portuaria-industrial y áreas de cultivo marino.

El análisis debe realizarse en laboratorios acreditados, con capacidades en microbiología, hidrocarburos, nutrientes y parámetros orgánicos, bajo protocolos de preservación y cadena de custodia certificados. Para el caso de paracas como ya se explicó anteriormente se cuenta con información validada entre el 2014 al 2024.

Además, se recomienda contar con **series multitemporales consistentes**, que permitan estabilizar el índice y realizar análisis de tendencia o validaciones mediante PCA.

5. Requisitos de información y parámetros

Los datos por parámetro deben incluir metadatos, incertidumbres y referencias metodológicas, asegurando consistencia espacial y temporal.

La tesis de Orozco (2024) empleó matrices comprendidas entre 2008 y 2015 (caso bahía de Supe).

El conjunto de variables seleccionadas [**pH, OD, nitratos, fosfatos, temperatura superficial del mar (SST), sulfuros, aceites y grasas, DBO₅, coliformes termotolerantes e hidrocarburos aromáticos disueltos/dispersos (HDD/HAD)**] responde a criterios eco toxicológicos, sanitarios y operativos.

Estas variables son plenamente pertinentes para la bahía de Paracas, caracterizada por episodios de hipoxia, bajo pH y carga orgánica, factores documentados en eventos de mortalidad masiva de *Argopecten purpuratus* (Cabello et al., 2002; IMARPE, 2023).

6. Viabilidad en la bahía de Paracas

En Paracas existe un acervo considerable de datos generados por **IMARPE, OEFA, ANA, SANIPES y Pluspetrol**, que abarcan parámetros como **OD, pH, SST, nutrientes, A&G, HTP y microbiología**. Aunque heterogéneas y con vacíos temporales, estas series constituyen una base suficiente para la implementación de un **ICAM-PE localmente ajustado**.

El enfoque puede integrarse en un **sistema de indicadores marino-costeros** bajo el marco de los **ECA** (MINAM, 2017), complementado con evidencias ecológicas (ej., foraminíferos bentónicos) que demuestran la sensibilidad biológica a los gradientes de oxígeno y acidez.

7. Opciones de implementación

Opción A – ICAM-PE Paracas ajustado:

- Definición de estaciones representativas (río Pisco, bahía interior, zona industrial, franja turística).
- Aplicación de las diez variables base del modelo de Orozco, con posible ampliación (o reducción) tras consenso técnico.
- Revisión y ajuste de las curvas de subíndice locales según percentiles históricos.
- Cálculo mediante media geométrica ponderada, análisis de sensibilidad ($\pm 25\%$ en w_i) y verificación con PCA.
- Presentación de resultados en mapas SIG, con clases de calidad (óptima–pésima).
- Reporte: mapa SIG con clases ICAMFF (óptima→pésima) y por sector/estrato.

Opción B – Índice híbrido físico-químico/biótico:

- Incorporación de un subíndice ecológico (por ejemplo, métricas de foraminíferos o FAN) que refleje la respuesta biológica a condiciones de hipoxia o acidez, fortaleciendo la interpretación ecosistémica del índice.

8. Utilidad para la gestión ambiental

El ICAM-PE ofrece una **herramienta de decisión clara y operativa**, representada en un **semáforo de calidad (0–100)** que permite priorizar acciones de control, manejo de efluentes, cierres sanitarios o mitigación de derrames.

Asimismo, permite identificar **tendencias y puntos críticos (hotspots)** de deterioro, constituyéndose en una base sólida para la **gestión adaptativa y la comunicación ambiental** entre actores técnicos y no técnicos.

Su diseño metodológico facilita la **auditoría y evaluación multiparámetro**, integrando trazabilidad analítica, criterios normativos y relevancia ecológica.

9. Fortalezas y limitaciones

Fortalezas:

- Diseño específico para ambientes marino-costeros vinculados a la pesca y acuicultura.
- Integración de variables fisicoquímicas relevantes y métodos estandarizados (APHA, ISO, IOC-UNESCO).
- Se cuenta con información validada por instituciones entre el 2014 al 2024.
- Agregación geométrica que penaliza valores bajos, evitando compensaciones artificiales.
- Escala intuitiva y transferible (0–100) fácilmente interpretable por autoridades y usuarios.

Limitaciones:

- Necesidad de calibración local de subíndices en ambientes de alta variabilidad natural (afloramiento).
- Heterogeneidad de fuentes históricas y métodos analíticos, que requieren armonización.
- Relevancia de medir tanto superficie como fondo, donde se concentran procesos de hipoxia y sulfuros.

10. Conclusión

El modelo **ICAM-PE** representa una metodología robusta, adaptable y científicamente sólida para la **evaluación integral de la calidad ambiental marina** en áreas productivas como la **bahía de Paracas**.

Su aplicación es viable siempre que:

1. Se integren las bases de datos multi fuente bajo un sistema común de aseguramiento de calidad.
2. Se calibren los subíndices con series históricas locales (superficie y fondo).
3. Se valide frente a eventos ecológicos relevantes, como hipoxia o mortalidad de *A. purpuratus*.

Implementado bajo estos criterios, el ICAM-PE puede convertirse en una **herramienta estratégica de gestión costera**, capaz de sintetizar el estado ambiental en una escala 0–100, facilitar la comunicación entre sectores y anticipar riesgos para la maricultura, la pesca artesanal y las actividades recreativas.

Índice de Salud del Océano –IDSO/OHI

1. Arquitectura y estructura del índice

Área de estudio

El área de estudio plantea sectores a analizar, denominados “Regiones” según el Índice de Salud del Océano (IdSO), que comprenden el espacio marítimo que se extiende hasta las 200 millas náuticas (mn), para el caso evaluado frente a los distritos de Sechura y Vice, además de su zona de influencia terrestre adyacente, delimitada por las respectivas unidades jurídico-administrativas, donde se realizan las acciones y decisiones de gestión. Posteriormente se considera la subdivisión por subsectores tanto en la zona marina (área marina de 3mn, área marina de 12mn y área marina de 200mn, área de pesca artesanal, entre otros), como en la terrestre (área costera de 1km, área de influencia terrestre, entre otros) de acuerdo a criterios del ecosistema como de actividades.

El IdSO es un índice compuesto por metas (goals) que sintetizan dimensiones socio-ecológicas del mar: Aguas limpias, Provisión de alimentos (pesquerías y acuicultura), Turismo y recreación, Protección costera, Biodiversidad, Almacenamiento de carbono, Economía y subsistencia, etc. Cada meta se puntúa en 0–100 y el conjunto de metas conforma la “flor” IdSO cuyo centro resume la salud global (0–100) (diagramas en flor y quintiles: Muy bajo → Muy alto).

Estructura matemática y lógica

Para cada meta se combinan dos componentes principales:

- **Estado actual (State)** — mediciones observadas y normalizadas frente a un Punto de Referencia (PR).

- **Estado futuro probable (Future)** — función que ajusta el estado con **Tendencia (Trend)**, **Presiones (Pressures)** y **Resiliencia (Resilience)**.

Según la metodología IdSO (OHI, 2020) el puntaje global del índice para cada sector o “región” ($I_{Región}$) es calculado como un promedio ponderado de todos los puntajes (G) para cada meta (g) de la siguiente manera:

$$I_{Región} = \frac{\sum_{g=1}^N W_g G_g}{\sum_{g=1}^N W_g}$$

Donde w_g es el peso asociado a la meta G y N es el número total de metas a evaluar. En la evaluación del IdSO+BSP los pesos son asumidos iguales para cada meta.

El IdSO pondera el índice final por meta como 50 % Estado actual y 50 % Estado futuro; dentro del componente futuro la Tendencia pesa ≈ 33 % y Presiones y Resiliencia 8.5 % cada una (Tendencia tiene valor doble frente a cada una de Presión/Resiliencia). El resultado final por meta queda en 0–100 y todas las metas se agregan con igual peso (por ejemplo: 10 metas $\rightarrow$ 10 % cada una).

Organización operativa

El documento analizado plantea la implementación en 3 fases (Planificación; Construcción del índice; Gestión del conocimiento y participación) y 7 etapas secuenciales: decisiones iniciales; descubrimiento y adquisición de datos; definición de puntos de referencia y modelos; preparación de la toolbox; uso operativo; documentación; divulgación. Además, la técnica y el procesamiento se apoya en un repositorio GitHub que centraliza capas (layers.csv), escenarios y scripts en R.

Implicaciones para Paracas

- Se plantearía mantener la arquitectura (State / Future) pero **definir Puntos de Referencia locales (PRs)** (percentiles históricos o metas regulatorias) y metas relevantes (por ejemplo, incluir Pesquerías artesanales sostenibles/ cumplimiento de vedas o número de pescadores formalizados).
- De igual forma configurar la “flor” con metas priorizadas para Paracas (Aguas Limpias, Provisión de alimentos, Turismo, Biodiversidad, Protección costera, etc.) y decidir si mantener igualdad de peso entre metas o aplicar ligeras ponderaciones acordadas por stakeholders locales.

2. Construcción de subíndices

Principio operativo

El documento menciona que cada meta se alimenta de **métricas / capas** (layers) que se transforman a una escala común (0–100 o 0–1). La transformación puede ser simple (proporción respecto a Puntos Referenciales) o mediante funciones no lineales cuando la relación respuesta-impacto no es lineal (por ejemplo, respuesta de mortalidad frente a OD). Se documentan, también, las curvas de conversión y los supuestos.

De manera resumida el procedimiento es:

1. **Selección de métricas:** identificación de capas para cada meta (ej., para Aguas Limpias → HTP, A&G, DBO₅, coliformes, nutrientes).
2. **Limpieza y homologación:** conversión de unidades, homogeneización de series temporales y espaciales; definición de la resolución espacial (pixel/station) y temporal (anual/estacional).
3. **Definir Punto de Referencia (PR):** elección de PRs válidos (normas ECA, percentiles históricos, metas ecológicas). Para Paracas: PRs serían derivados del ECA MINAM 2017 y percentiles 2014–2024.
4. **Transformación:** aplicación de funciones de reescalado (X/X_R, o funciones parametrizadas), limitar extremos, y generación de subíndices (0–100).
5. **Composición por meta:** combinación de subíndices de métricas vía media geométrica en un subíndice de meta.
6. **Análisis de redundancia:** empleo de un análisis de componentes principales (PCA) para detectar colinealidades y evitar sobrerepresentar procesos mediante métricas altamente correlacionadas.

En el caso de Paracas

- Se plantearía crear curvas locales de subíndice para OD, DBO₅, coliformes, HTP y metales (Zn, Hg), basadas en series 2014–2024; y
- Diferenciar superficie y fondo (dos subíndices por parámetro cuando corresponda) para captar hipoxia/sulfuros en el fondo.

3. Métodos analíticos y trazabilidad

Caja de herramientas y reproducibilidad

IdSO utiliza scripts en R que ejecutan pasos estándar: ingestión de layers.csv, reescalado por Puntos Referenciales, cálculo de metas, agregación y generación de outputs (mapas y tablas). Todo versionado en GitHub (commits, issues, releases) para trazabilidad. La caja incluye plantillas de metadatos.

Control analítico y estándares

- **Parámetros físico-químicos:** métodos APHA/ISO para SST/TSM, OD (Winkler o sensor óptico), pH (potenciométrico), SST, SST anomalías; DBO₅ (ISO 5815), SST gravimétrico para SST/SST? (APHA 2540D), A&G (APHA 5520B), hidrocarburos aromáticos (IOC-UNESCO fluorometría), metales (AAS/ICP-MS).
- **Microbiología:** coliformes termotolerantes por método de tubos múltiples (NMP/APHA), controles de preservación y cadena de custodia.
- **Bióticos:** protocolos estandarizados para foraminíferos bentónicos o índices de comunidad, incluyendo muestreo por cuadrante/transecto y taxonomía validada.

Trazabilidad de los resultados

- Documentar método, laboratorio, fecha, LOQ/LOD, número de muestra y tratamiento (preservantes).
- Archivar raw data + scripts R + outputs y publicar releases periódicos en repositorio.

Para el caso Paracas

Como ya se mencionó anteriormente se aprovecharía la información de los laboratorios locales acreditados (IMARPE, SANIPES) y documentar diferencias metodológicas entre fuentes; si hay heterogeneidad y aplicar factores de ajuste.

4. Requerimientos logísticos

Recursos humanos y técnicos

- Equipo multidisciplinario: oceanógrafo, biólogo marino, analista de datos/GIS, estadístico, gestor de datos (GitHub), laboratorio acreditado.
- Software: R/RStudio, QGIS/ArcGIS, Git/GitHub.
- Infraestructura: repositorio central, servidor o espacio en la nube para datos, herramientas de backup.

Muestreo y frecuencias

- Estaciones: a definir estaciones estratificadas (S1 Río Pisco; S2 industrias; S3 turismo; S4 maricultura/portuario, por ejemplo), medición superficie y fondo.
- Frecuencia mínima operativa: mensual o bimestral para parámetros dinámicos (OD, TSM), trimestral/semestral para HTP/metales; anual para métricas socioeconómicas. Factible de ajustar según costo y capacidad.

Para Paracas se propondría un cronograma y etapas iniciales

- Mes 0–3: inventario y ajuste de datos, diseño de estaciones, acuerdos interinstitucionales.
- Mes 3–6: homologación de métodos y pruebas piloto en 4 estaciones.
- Mes 6–12: calibración y cálculo IdSO piloto; publicación de primer informe.

5. Requisitos de información y parámetros

Capas mínimas por meta (ejemplos como propuesta)

- **Aguas Limpias:** A&G, HTP (PAH), DBO₅, coliformes termotolerantes, nutrientes (NO₃, PO₄, Si), sedimentos (SST).
- **Provisión de Alimentos:** datos de desembarques.
- **Biodiversidad:** registros de especies icónicas, áreas protegidas, métricas de foraminíferos, FAN.
- **Turismo y Recreación:** número de visitantes, calidad sanitaria de playas.
- **Protección Costera / Carbono azul:** extensión y estado de hábitats (macroalgas, praderas); estimaciones de stock de carbono.

Metadatos que acompañarían a cada capa

- Fuente, método, fecha, estación, responsable del muestreo, control de calidad, transformaciones aplicadas.

Parámetros prioritarios sugeridos para Paracas (coincidentes con ICAM-PE)

TSM, OD (sup/fondo), pH, SST, DBO₅, A&G, HTP, Zn, Hg, coliformes termotolerantes, clorofila-a, sulfuros en sedimentos, FAN.

6. Viabilidad en la bahía de Paracas

Razonamiento sobre viabilidad

- **Datos existentes:** IMARPE, OEFA, ANA, SANIPES y operadores privados han generado series relevantes (2014–2024) que pueden alimentar IdSO, aunque fragmentadas y heterogéneas. Esto hace viable la implementación si se acomete una fase inicial de ajuste y homologación.
- **Sensibilidad local:** Paracas es bahía semicerrada con afloramiento, episodios de FAN, retención somera y antecedentes de mortalidad de maricultura — condiciones

que requieren incluir mediciones de fondo y parámetros sedimentarios (sulfuros, metales).

Desafíos clave

- El ámbito de evaluación del IdSO, los requerimientos de información oportuna multiinstitucional para las diferentes metas constituyen un reto que puede ser ejecutado en un tiempo estimado de 12 meses, como se ha descrito anteriormente.
- Acceso y permisos para datos privados; necesidad de acuerdos interinstitucionales (IMARPE, OEFA, SERNANP, Municipalidad, operadores).
- Vacíos temporales en algunas métricas (por ejemplo, series largas para Hg o registros continuos de HTP).
- Heterogeneidad metodológica que requiere ajuste o re-estimación de PRs.

Conclusión de viabilidad

Viable con inversión inicial en ajuste de datos, acuerdo entre instituciones y calibración local; la robustez del índice dependerá de la calidad de PRs y de la inclusión de subíndices fondo/sedimento.

7. Opciones de implementación

Opción A – IdSO Paracas ajustado

Descripción. Aplicar la arquitectura IdSO usando **las 10 variables operativas del ICAM-PE** (TSM, OD, pH, SST; coliformes termotolerantes; DBO₅; A&G; HTP; Zn; Hg), integradas en las metas IdSO (principalmente Aguas Limpias y Pesca artesanal sostenible).

Pasos (resumidos)

1. Inventario y curación (mes 0–3).
2. Definición de estaciones y PRs locales (mes 1–4).
3. Transformación de métricas a subíndices (curvas ICAM-PE adaptadas) y reescalado IdSO (mes 3–6).
4. Cálculo IdSO piloto; validación con evidencia histórica (mes 6–9).
5. Publicación y taller de ajuste (mes 9–12).

Ventajas: rápido, se reutiliza metodologías ya documentadas (ICAM-PE), y se produce resultados útiles para gestión.

Limitaciones: se podría correr el riesgo de sobrerrepresentar procesos bióticos crónicos si no se incorpora subíndice biótico.

Opción B – Índice híbrido físico-químico / biótico (IdSO + subíndice ecológico)

Descripción. Integrar IdSO con un subíndice biótico (foraminíferos bentónicos, indicadores de comunidad bentónica, métricas de macro bentos) que capture impactos acumulativos y efectos latentes en sedimentos.

Pasos (resumidos)

1. Diseñar muestreo bentónico estandarizado y procesar muestras (taxonomía).
2. Generar subíndice biótico 0–100 y combinarlos con metas de Biodiversidad y Provisión.
3. Analizar sensibilidad y validar correlación con subíndices fisicoquímicos.

Ventajas: mayor sensibilidad ecológica y detección de daños crónicos.

Limitaciones: mayor esfuerzo analítico y necesidad de especialistas taxonómicos.

8. Utilidad para la gestión ambiental

Usos prácticos

- **Semáforo y alertas:** valores por sector/estación permiten emitir alertas operativas (cierre temporal de áreas de cultivo, restricciones de baño).
- **Priorización de intervenciones:** identificar metas rezagadas (p. ej., Aguas Limpias) y diseñar acciones específicas (mejoras PTAR, control de descargas).
- **Evaluación de políticas:** medir respuesta a intervenciones (relocación de emisarios, protocolos portuarios).
- **Comunicación:** la “flor” y los mapas son herramientas directas de diálogo entre técnicos, gestores y público.

Soporte técnico para decisiones

- Análisis de *hotspots* y tendencias para asignar recursos.
- Escenarios de gestión simulados en la toolbox (qué sucede si se reduce X % de una presión).

9. Fortalezas y limitaciones

Fortalezas:

- **Marco integral y probado:** IdSO ofrece una estructura replicable por metas y con trazabilidad (GitHub/Toolbox).
- **Equilibrio producción–conservación:** metas socio-ecológicas combinadas facilitan diálogo multisectorial.
- **Escalabilidad:** puede operarse a nivel local (Paracas) y compararse con otros casos (Sechura).
- **Comunicación:** diagrama en flor y ranking por quintiles facilitan la toma rápida de decisiones.

Limitaciones:

- **Fuerte dependencia de datos:** exige capas completas con metadatos; en Paracas hay series, pero fragmentadas y heterogéneas.
- **Sensibilidad a definiciones de presión/resiliencia:** estimaciones imprecisas pueden sesgar puntajes.
- **Necesidad de capacidades técnicas:** equipo en R/Git/GIS y laboratorios acreditados; además acuerdo interinstitucional.
- **Costo / tiempo:** implementar versión híbrida (biota + físico-químico) exige mayores recursos.

10. Conclusión

El IdSO es una plataforma metodológica sólida y replicable que, con adaptaciones locales, puede ofrecer a la Bahía de Paracas una herramienta operativa 0–100, con perfiles por metas y capacidad para informar decisiones concretas (saneamiento, manejo portuario, maricultura, turismo). La implementación es viable siempre que se realice una fase inicial de ajuste de datos, tiempos adecuados de elaboración, acuerdos interinstitucionales, calibración local de Puntos de Referencia locales y, preferiblemente, inclusión de subíndices de fondo/sedimento para no subestimar riesgos ecológicos.

3. INFORME DE REUNIÓN CON EL GRUPO DE TRABAJO INTERINSTITUCIONAL, VINCULADO AL COMITÉ DE GESTIÓN LOCAL DEL PMIZMC DE PISCO, PRESENTANDO EL RESULTADO ANÁLISIS SOBRE VIABILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN DE ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LA BAHÍA DE PARACAS

3.1. Datos Generales

- **Proyecto:** "Catalizando la Implementación de un Programa de Acción Estratégico para la Gestión Sostenible de los Recursos Marinos Vivos Compartidos en el Sistema de la Corriente de Humboldt (Humboldt II)".
- **Tema Central:** Reunión de trabajo para la presentación del resultado del análisis de viabilidad de implementación de Índice de Calidad Ambiental (ICA) para la Bahía de Paracas.
- **Fecha:** 24 de Octubre de 2025.
- **Horario:** 09:00 - 12:00 horas.
- **Lugar:** IMARPE - Laboratorio Costero de Pisco.
- **Modalidad:** Presencial.
- **Aliados Estratégicos:** Ministerio de la Producción (Viceministerio de Pesca y Acuicultura), Instituto del Mar del Perú (IMARPE), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD-Proyecto Humboldt II), Global Environment Facility (GEF) y Terra Nuova.

3.2. Antecedentes

La reunión se enmarca en las actividades del Componente 2 del Proyecto Humboldt II ("Calidad ambiental costera y marina mejorada"), que tiene como ámbito de intervención priorizado en Perú la bahía de Paracas.

Este encuentro da seguimiento al taller de capacitación realizado el 07 de octubre de 2025, donde se presentó la propuesta metodológica inicial del ICA. El propósito de esta sesión fue presentar los avances y el análisis de viabilidad de dicho índice ante un panel de especialistas.

El desarrollo de este índice se alinea con la Política Nacional del Ambiente (D.S. N.º 012-2009-MINAM) y busca constituirse como un instrumento clave de gobernanza, contribuyendo directamente al Objetivo Estratégico N°2 ("Fortalecer la gobernanza para la adecuada gestión de la Zona Marino Costera") del Plan de Manejo Integrado de la Zona Marino Costera (PMIZMC) de la Provincia de Pisco.

3.3. Objetivos de la Reunión

- Presentar los resultados de la evaluación de viabilidad de utilización de índices de calidad ambiental existentes (ej. ICAM, IdSO) en la gestión de los espacios marino-costeros de la bahía de Paracas.
- Presentar el avance del desarrollo de un índice propio para la bahía de Paracas, detallando el planteamiento, sustento de la metodología, requisitos de información y el análisis de su viabilidad.
- Recoger aportes y sugerencias técnicas del panel de especialistas para la mejora y validación de la propuesta final.

3.4. Participantes

Asistieron 18 participantes, conformando un panel de especialistas representantes de instituciones públicas y privadas clave en la gestión de la bahía. Las instituciones presentes incluyeron:

- Instituto del Mar del Perú (IMARPE)
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD - Proyecto Humboldt II)
- Terra Nuova
- Ministerio del Ambiente (MINAM - DCEE)
- Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP - Reserva Nacional de Paracas / RNIPS)
- Autoridad Nacional del Agua (ANA)
- Pluspetrol
- ERM PERU S.A.
- Asociación de Productores de Pisco (APROPISCO)

También se contó con la convocatoria de especialistas del Terminal Portuario, RNIIPG y SANIPES.

(La lista detallada se encuentra en el Anexo 3: Lista de Asistencia)

3.5. Desarrollo de la Reunión (Resumen de contenidos)

La reunión comenzó con la bienvenida y la presentación de cada uno de los asistentes. Posteriormente, el Ing. Mario Correa, especialista de Terra Nuova, realizó la presentación central titulada "Análisis de Viabilidad de Implementación de Índice de Calidad Ambiental para la Bahía de Paracas".

La exposición abordó los siguientes puntos clave:

- **Contextualización:** Se reiteraron las características de la Bahía de Paracas, destacando la convergencia de actividades (portuarias, pesqueras, turísticas, conservación) y las presiones ambientales existentes (afluentes fluviales, efluentes).
- **Análisis de Viabilidad de Índices Existentes:** Se discutió la aplicabilidad de índices como el ICAM (Índice de Calidad Ambiental Marina) y el IdSO (Índice de Salud del Océano) al contexto específico de Paracas. Así como otros 3 índices expuestos en el taller del 24 de octubre.
- **Propuesta Metodológica (ICA-Paracas):** Se presentó el avance del índice propio, basado en la metodología de Orozco R. (2024) y Vivas-Aguas (2011). Esta metodología propone:
 1. La formulación de subíndices para los parámetros fisicoquímicos seleccionados.
 2. La transformación de las variables (con unidades como mg/l, µg/l, %) a valores no dimensionales.
 3. La agregación de los subíndices mediante una ponderación (peso porcentual) para obtener el índice final.
- **Limitaciones Identificadas:** Se señaló que la "ausencia de datos de parámetros de calidad de agua es una limitante" para la formulación robusta del índice. No obstante,

se aclaró que la metodología permite su cálculo con una menor cantidad de datos, aunque esto disminuye el margen de confianza del resultado.

Tras la presentación, se abrió un espacio de diálogo donde el panel de especialistas de las instituciones convocadas realizó aportes, consultas y sugerencias técnicas destinadas a fortalecer la propuesta metodológica y asegurar su viabilidad y pertinencia. En este sentido se señalaron los siguientes aportes y sugerencias:

- Verificación el grado de variación del ICA con 6 y con 10 variables.
- Incorporar data de los años 2022 y 2023(para reforzar la estacionalidad), con información del ALA Norte río seco (se verificará la existencia). NOTA: En comunicación con el ing. Juan Carlos Breña del ALA Norte río seco manifestó que no se cuenta con dicha información.
- Agrupar los sectores por actividades principales en la bahía.
- Mostrar en imágenes las instituciones que cuentan información de acuerdo a los sectores, como la desembocadura del río Pisco.
- Se aporta que en la bahía de Paracas la zona de Atenas presenta aguas más frías.
- Evaluar la viabilidad de implementación del IdSO para la bahía de Paracas.

3.6. Conclusiones

1. Se presentaron exitosamente los resultados del avance y el análisis de viabilidad para la implementación de un Índice de Calidad Ambiental (ICA) propio para la Bahía de Paracas.
2. Se recogieron aportes y sugerencias técnicas valiosas por parte de los 18 especialistas representantes de instituciones públicas y privadas, las cuales enriquecerán la versión final de la propuesta.
3. Se validó entre los presentes la importancia del ICA como un instrumento de gestión que contribuirá al fortalecimiento de la gobernanza de la Zona Marino Costera de Pisco.

3.7. Acuerdos

- El equipo técnico (Terra Nuova y Proyecto Humboldt II) integrará los aportes y sugerencias técnicas recibidas durante la reunión en la construcción de la propuesta final del Índice de Calidad Ambiental para la Bahía de Paracas.

3.8. Anexos

- Lista de Asistencia 24-10-2025
- Presentación de la reunión (Power Point)
- Propuesta de Nota de Prensa (NOTA DE PRENSA 24 OCT.)

4. INFORME TÉCNICO DE EJERCICIO DE IMPLEMENTACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL ELEGIDO PARA LA BAHÍA DE PARACAS CON INFORMACIÓN DEL PERIODO 2014-2024

Para la construcción del índice de calidad acuática marina para la bahía de paracas (ICAM-PA), se tuvo que seguir el siguiente procedimiento:

4.1. Recolección y sistematización de los datos obtenidos

4.1.1. Recolección de datos

Para este paso se realizó la solicitud formal, de los datos a instituciones públicas y privadas, quienes tienen estaciones de monitoreo y realizan la toma de datos de calidad de agua, en función a sus directivas institucionales y/o obligaciones ambientales.

Imagen 1 Solicitud de información a institución pública IMARPE

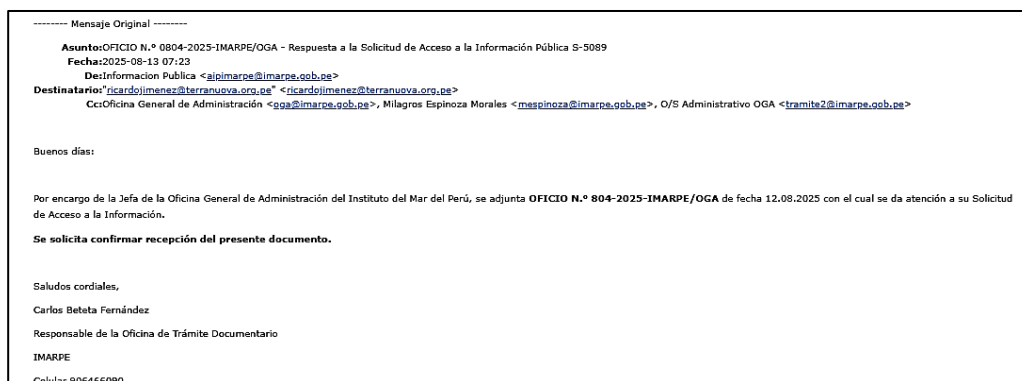


Imagen 2 Solicitud de información a institución pública SANIPES



De las solicitudes alcanzadas se obtuvo información de las siguientes instituciones:

- IMARPE
- OEFA
- ANA
- PLUSPETROL
- SANIPES

Imagen 3 Instituciones públicas y privadas que se obtuvo información



4.2. Sistematización de la información

Los datos recabados de las instituciones en mención, estos no son en cuanto a número de parámetros uniforme, dado que hay instituciones que proporcionaron mediciones de hasta 33 parámetros, y otras instituciones 4 parámetros, detallándolo en los siguientes cuadros.

Cuadro 1 Parámetros monitoreados por la Autoridad Nacional del Agua (ANA)

N°	Parámetro	N°	Parámetro	N°	Parámetro
1	Temperatura	12	Cobre	23	Titanio
2	Oxígeno	13	Cromo	24	Uranio
3	pH	14	Estaño	25	Vanadio
4	Conductividad	15	Hierro	26	Zinc
5	Sólidos suspendidos totales	16	Manganeso	27	Aceites y grasas
6	Aluminio	17	Mercurio	28	DBO5
7	Antimonio	18	Molibdeno	29	DQO
8	Arsénico	19	Níquel	30	Nitratos
9	Boro	20	Plata	31	Nitrógeno amoniacal
10	Cadmio	21	Plomo	32	Hidrocarburos totales de petróleo
11	Cobalto	22	Talio	33	Coliformes termo tolerantes y totales

Cuadro 2 Parámetros monitoreados por el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA)

N°	Parámetro	N°	Parámetro
1	Temperatura	12	Zinc
2	Oxígeno	13	Aceites y grasas
3	pH	14	DBO5
4	Conductividad	15	Fosfatos
5	Sólidos suspendidos totales	16	Nitratos
6	Arsénico	17	Mercurio
7	Cadmio	18	Coliformes termo tolerantes y totales
8	Cobre		
9	Mercurio		
10	Níquel		
11	Plomo		

Cuadro 3 Parámetros monitoreados por Pluspetrol

N°	Parámetro
1	Temperatura
2	Oxígeno
3	pH
4	Salinidad
5	Sólidos suspendidos totales
6	Mercurio
7	Zinc
8	Aceites y grasas
9	DBO5
10	Hidrocarburos totales de petróleo

Cuadro 4 Parámetros monitoreados por el IMARPE y SANIPES

N°	Parámetro
1	Temperatura
2	Oxígeno
3	pH
4	Salinidad

Los datos de los parámetros monitoreados en mención por las instituciones pertinentes fueron colocados en una plantilla de Excel elaborada para poder ordenar la información para su posterior análisis. Dicha plantilla se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 5 Plantilla Excel para sistematización de los datos

AÑO	MES	DÍA	INSTITUCIÓN	NOMBRE ESTACIÓN	CORDENADA ESTE X UTM	CORDENADA NORTE Y UTM	TIPO DE MUESTRA (AGUA:A o SEDIMENTO:SD)	PROFUNDIDAD (m) o Superficial (S)	TEMPERATURA	OXIGENO	CONDUCTIVIDAD	SALINIDAD	pH	SST

Aluminio (AL) total	Antimonio (Sb) total	Arsenico (As) total	Boro (B) total	Cadnio (Cd) total	Cobalto (Co) total	Cobre (Cu) total	Cromo (Cr) total	Estaño (Sn) total	Hierro (Fe) total	Manganeso (Mn) total	Mercurio (Hg) total	Molibdeno (Mo) total	Niquel (Ni) total	Plata (Ag) total

Plomo (Pb) total	Talio (TI) total	Titanio (Ti) total	Uranio (U) total	Vanadio (V) total	Zinc (Zn) total	Aceites y grasas (HEM)	7. Demanda bioquímica en Oxígeno (DBO5)	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Fosfatos (PO ₄ ⁻³)	Nitratos	Nitrógeno Amoniacal	Hidrocarburos Totales de Petroleo - TPH (C10-C40) - GC/FID	Numeración de Coliformes Fecales (Termotolerantes)	Numeración de Coliformes Totales

La matriz elaborada nos permite ordenar los datos de parámetros en función a tiempo, institución, estación y ubicación, con respecto a las estaciones de monitoreo, estas suman un total de 36 estaciones distribuidas en las 5 instituciones antes en mención, cabe indicar que se ha conservado la denominación dada a cada estación por su respectiva institución, teniendo la siguiente distribución.

Imagen 4 Estaciones de monitoreo de PlusPetrol e IMARPE

ESTACION	Coordenadas UTM WGS84, ZONA 18S	
	ESTE	NORTE
T1-A-0	366061	8477292
T6-A-0	366383	8478267
T7-A-0	365865	8476307
1	365989	8489601
4	364577	8483153
10	364169.93	8474879.12
11	361057	8475271
13	361124	8473391
14	363383	8469786
C	364733	8470562





Imagen 5 Estaciones de monitoreo OEFA

ESTACION	Coordenadas UTM WGS84, ZONA 18S	
	ESTE	NORTE
A-01	360482	8475194
A-02	361044	8476169
A-03	361514	8474641
A-04	362030	8475100
A-05	361246	8473387
A-06	362445	8473419
A-07	360751	8472349
A-08	361903	8472347
A-09	363161	8472323
A-10	360345	8471356
A-11	361641	8471401
A-12	363135	8471347



Imagen 6 Estaciones de monitoreo de la ANA y SANIPES

ESTACION	Coordenadas UTM WGS84, ZONA 18S	
	ESTE	NORTE
Mpar1	364974	8470545
Mpar2	360749	8473632
Mboc1	367787	8487035
Mpar7	365044	8470446
Mpar8	364052	8469817
Mpar6	365986	8476343
BPar4S	360834	8474113
BPar3S	364972	8471137
BPar2	365044	8470446
BPar1	364052	8469817
01-D-PAR	361072.32	8473897.87
01-A-PAR	360382.75	8472124.22
01-B-PAR	360157.36	8472712.99
01-C-PAR	359360.07	8471332.05



Con respecto a la ubicación estas se encuentran dentro de la bahía de paracas desde la desembocadura del río Pisco en el norte, hasta la península de paracas en el sur. Con respecto al orden de ubicación, este obedece a la sectorización por institución responsable, por lo que no se puede evidenciar un patrón de orden específico.

Imagen 7 Parámetros monitoreados por PlusPetrol



4.3. Determinación del ICAM – PA

4.3.1. Selección de parámetros

Como bien se indicó en el punto 1.2, hay instituciones que realizan la determinación de 36 parámetros de calidad del agua, teniendo la institución ANA con el mayor número de parámetros, los cuales suman 33, en comparación con SANIPES e IMARPE con 4 parámetros cada una, lo que conlleva a tomar como referencia las estaciones de ANA, en cuanto a ubicación y tiempo.

La selección de parámetros se basó, en función a la práctica realizada por la metodología de Delphi, la cual propone la conformación de un panel de expertos que tengan relación con la calidad del agua, quienes seleccionan las variables según su criterio y finalmente escogen las de mayor recurrencia (Dinius, 1987).

Para determinar los de mayor recurrencia se realizó el análisis de que parámetros tienen mayor frecuencia de muestreo por año y en general en el rango de 10 años, es decir del 2014 – 2024, obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 1 Recurrencia en el monitoreo por parámetro-año

Parámetros	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2024	2022	2023	Total general
OXIGENO	53.00	79.00	54.00	69.00	62.00	55.00	27.00	65.00	25.00	45.00	47.00	581.00
TEMPERATURA	53.00	79.00	55.00	71.00	62.00	55.00	27.00	65.00	25.00	46.00	47.00	585.00
CONDUCTIVIDAD	2	16	2		3	6	3	12	11	6	6	67
SALINIDAD	42	75	42	64	56	48	24	59	20	44	47	521
pH	53.00	79.00	55.00	71.00	62.00	52.00	27.00	65.00	25.00	46.00	47.00	582.00
SST	6	18	13	8	11	12	9	12	9	6	6	110
Aluminio (AL) total	2		4	2	5	6	3	6				28
Antimonio (Sb) total	2		4	2	5	6	3	6				28
Boro (B) total	2		4	2	5	6	3	6				28
Arsénico (As) total	2	12	4	2	5	6	3	6				40
Cadmio (Cd) total	2	12	4	2	5	6	3	6				40
Cobalto (Co) total	2		4	2	5	6	3	6				28

(Continuación de tabla)

Parámetros	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2024	2022	2023	Total general
Cobre (Cu) total	2	12	4	2	5	6	3	6				40
Cromo (Cr) total	2		4	2	5	6	3	6				28
Estaño (Sn) total	2				2							4
Hierro (Fe) total	2		4	2	5	6	3	6				28
Mercurio (Hg) total	2	12	4	2	5	6	3	12	3	6	6	61
Molibdeno (Mo) total	2				2							4
Niquel (Ni) total	2	12	4	2	5	6	3	6				40
Plata (Ag) total	2		4	2	5							13
Plomo (Pb) total	2	12	4	2	5	6	3	6				40
Talio (Tl) total	2		4	2	5	6	3	6				28
Titanio (Ti) total	2				2				3			7
Uranio (U) total							3	6				9
Manganeso (Mn) total	2		4	2	5	6	3	6				28
Vanadio (V) total	2		4	2	5	6	3	6				28
Aceites y grasas (HEM)	8	22	11	7	11	10	8	12	8	6	6	109
Zinc (Zn) total	2	12	4	2	5	6	3	12	6	6	6	64
Demanda bioquímica en Oxígeno (DBO5)	8	22	13	8	11	12	9	12	11	6	6	118

(Continuación de tabla)

Parámetros	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2024	2022	2023	Total general
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	2											2
Fosfatos (PO4-3)	2	16										18
Nitrógeno Amoniacal	2	4	2		2							10
Cuenta de Numeración de Coliformes Totales	2	14										16
Nitratos	2	16	4	1	5	6	3	6	5			48
Hidrocarburos Totales de Petroleo	8	8	9	8	11	8	8	9	11	6	6	92
Numeración de Coliformes Fecales (Termotolerantes)	2	16	4	2	5	9	3	9	5			55

4.3.2. Método adaptado para la determinación del ICAM – PA

La formulación del Índice de Calidad de Aguas marinas y costeras, se basa en una escala de colores definidas por 5 categorías comprendidas entre 0 y 100 (cuadro 1), en el cual se puede resumir la información de los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y contaminantes orgánicos. Esta información es integrada en una ecuación de promedio geométrico ponderado (Vivas-Aguas et al., 2014) y empleada por Orozco R. (2024).

$$ICAM = \left(\prod_{i=1}^n X_i^{wi} \right)^{\frac{1}{\sum i wi}}$$

Donde:

ICAM=Índice en función del destino y estima la calidad con base en el tipo y uso del recurso.

Xi = subíndice de calidad de variable *i*.

Wi = factor de ponderación de cada subíndice *i*, dentro del índice, y es ponderado entre 0 y 1

Cabe indicar que la fórmula empleada se basa en una adaptación metodológica del **ICAMPFF** (Vivas-Aguas et al., 2014), metodología empleada por Orozco R. (2024), quienes también determinan previamente los subíndices, de los 10 parámetros seleccionados, no obstante, el INVEMAR postula que se puede aplicar la fórmula promedio geométrico ponderado con un mínimo de seis variables, siguiendo el mismo procedimiento de cálculo.

Cuadro 6 Clasificación del índice de calidad ambiental

Escala de calidad	Color	Categorías	Descripción
Óptima	Azul	100-90	Calidad excelente del agua
Adecuada	Verde	90-70	Agua que presenta buena calidad para la vida acuática
Aceptable	Amarillo	70-50	Agua que conserva condiciones y presenta pocas restricciones de uso
Inadecuada	Naranja	50-25	Agua que presenta restricciones de uso
Pésima	Rojo	25-0	Agua con muchas restricciones que no permiten un uso adecuado

4.3.3. Determinación de sub índices

Como se mencionó en el punto anterior, lo primero es la determinación de los sub índices, para ello se seleccionó cada uno de los 10 parámetros, para la elaboración de funciones de calidad (curvas de parámetro por parámetro).

Esto se logró tabulando los valores de cada parámetro ya sea en mg/l, ppm, °C, para convertirlos a valores adimensionales y poder realizar el proceso de agregación, esta tabulación se realizó en una hoja de cálculo Excel y aplicando formular condicionales; teniendo los valores transformados a escala adimensional se procedió a encontrar las ecuaciones matemáticas y su respectiva curva de función, utilizando el software Table Curve 2D.

4.3.3.1. Oxígeno disuelto

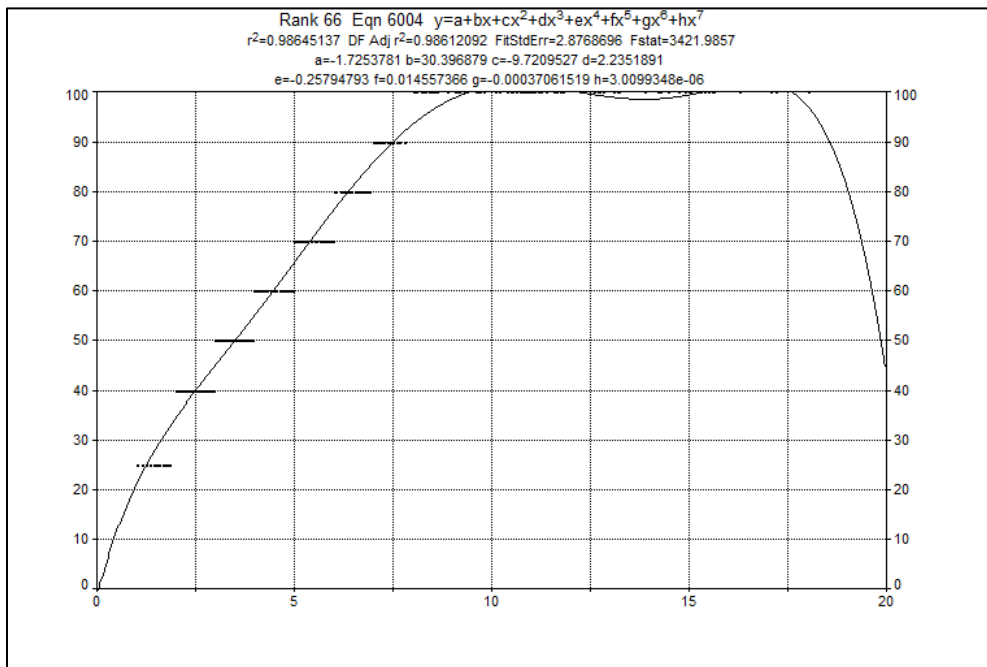
El oxígeno disuelto es uno de los parámetros más importantes en la vida marina. Concentraciones entre 7,0 y 8,5 mg/L se consideran óptimas en agua de mar y tienen efecto sobre los recursos hidrobiológicos, la biodiversidad, el crecimiento, la reproducción y migración (Guillen y Flores, 1965). No obstante, en el ECA 2017 establece en la subcategoría 1 (Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras) de la categoría 2 un valor mínimo de 4

Tabla 2 Escala de subíndice de oxígeno disuelto

Escala	Subíndice	OD (mg/L)
Pésima	0-25	0-2,0
Inadecuada	25-50	2,0 - 4,0
Aceptable	50-70	4,0 - 6,0
Adecuada	70-90	6,0-7,0
Óptima	90-100	7,0-8,5

Fuente Orozco R. 2024

Imagen 8 Curva de la función de calidad de oxígeno en la bahía de Paracas



4.3.3.2. pH

El pH, junto con las concentraciones del oxígeno disuelto, es un parámetro importante como indicador del grado de afectación que puede presentar la calidad del agua marina por la influencia de agentes contaminantes, y permite identificar la fuente de contaminación como descarga de efluentes urbanos, industriales y mixtos. (Orozco R. 2024)

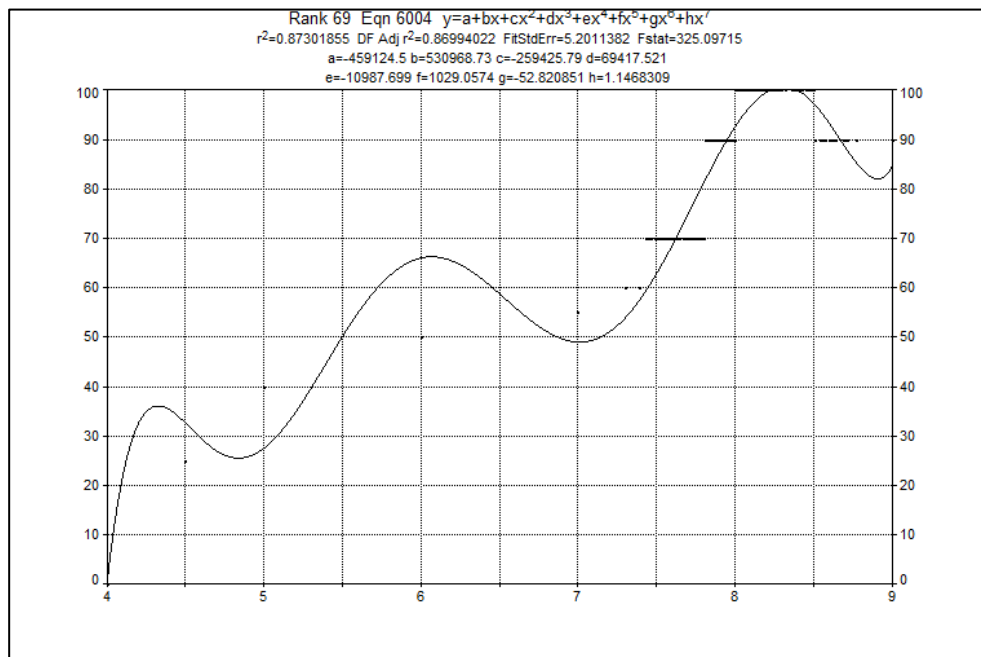
El rango aceptable según ECA 2017 es de 7.0 a 8.5 en la subcategoría 1 (Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras) de la categoría 2, rango apropiado para la sobrevivencia de muchos sistemas biológicos; los valores fuera de estos límites, tanto superiores como inferiores, producen efectos tóxicos sobre la biota de las aguas marinas; además de considerarse para la elaboración de la escala del sub índice del respectivo parámetro, así como posteriormente la ecuación y la curva.

Tabla 3 Escala de subíndice de pH

Escala	Subíndice	pH
Óptima	100-90	7.8 – 8.5
Adecuada	90-70	7.4 – 7.8
Aceptable	70-50	7.0 – 7.4
Inadecuada	50-25	5.0 – 7.0
Pésima	25-0	4.5 – 5.0

Fuente Orozco R 2024

Imagen 9 Curva de la función de calidad de pH en la bahía de Paracas



4.3.3.3. Sólidos suspendidos totales

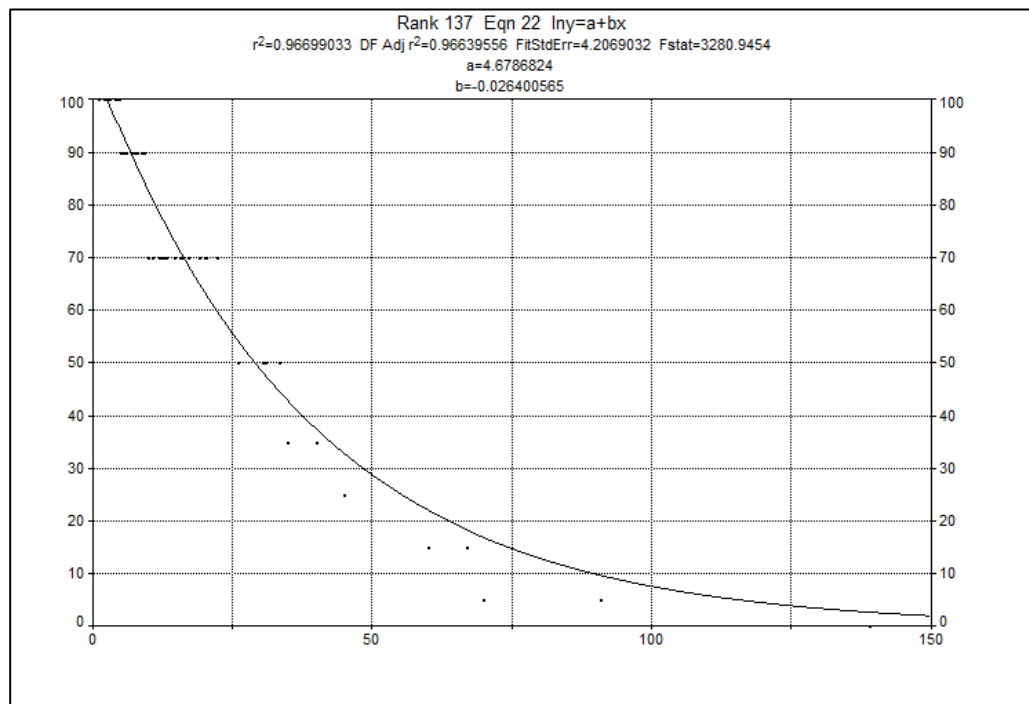
Los contaminantes, tanto químicos como microbiológicos, se transportan a través de partículas en el medio marino-costero, es por ello lo fundamental la medición de este parámetro. La curva de función de este parámetro se elaboró tomando en cuenta el valor límite ECA, que debe mantener el promedio en 60 mg/L.

Tabla 4 Escala de subíndice de SST

Escala	Subíndice	Rango
Óptima	100-90	0 – 5
Adecuada	90-70	5* - 10
Aceptable	70-50	10* - 25
Inadecuada	50-25	25 – 45
Pésima	25-0	45 - 100

Fuente: Elaboración propia

Imagen 10 Curva de la función de calidad de sólidos suspendidos totales en la bahía de Paracas



4.3.3.4. Mercurio

En el entorno acuático, el mercurio se transforma en una forma más tóxica, metilmercurio (MeHg) (CH_3HgX , donde X es Cl^- , OH^- o tioles orgánicos y otros ligandos de azufre reducido (RS^-)), por microorganismos presentes en el sedimento. Los organismos acuáticos absorben fácilmente MeHg, que luego se bioacumula y biomagnifica dentro de la cadena alimentaria acuática (Maetha M. Al-Sulaiti et al., 2022).

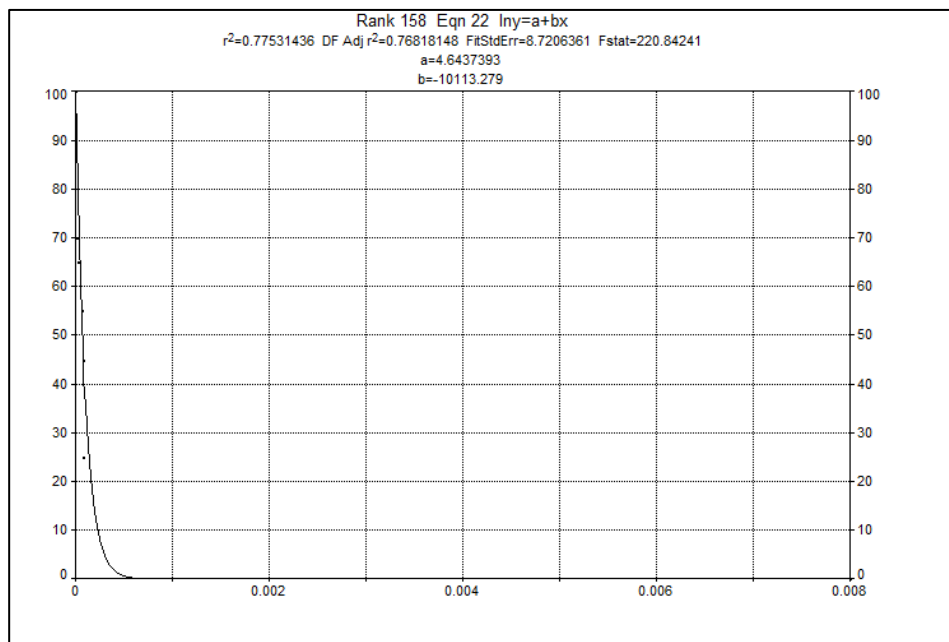
Maetha M. Al-Sulaiti et al., (2022). Las causas y los efectos de la contaminación por mercurio y metilmercurio en el medio marino: una revisión. naturaleza de Springer, Contaminación del agua (G Toor y L Nghiem, editores de sección, Volumen 8, páginas 249–272, (2022)). La curva de función de este parámetro se elaboró tomando en cuenta el valor límite ECA 2017, que debe mantener el promedio en 0.0001 mg/l.

Tabla 5 Escala de subíndice de Hg

Escala	Subíndice	Rango
Óptima	100-90	0 – 0.00001
Adecuada	90-70	0.00001 - 0.00005
Aceptable	70-50	0.00005 - 0.00008
Inadecuada	50-25	0.00008 – 0.0001
Pésima	25-0	0.0001 a mas

Fuente: Elaboración propia

Imagen 11 Curva de la función de calidad de mercurio en la bahía de Paracas



4.3.3.5. Zinc

En exceso (>20 µg/L) es tóxico para invertebrados marinos, altera la osmorregulación y causa mortalidad larval en bivalvos (Wang & Rainbow, 2005).

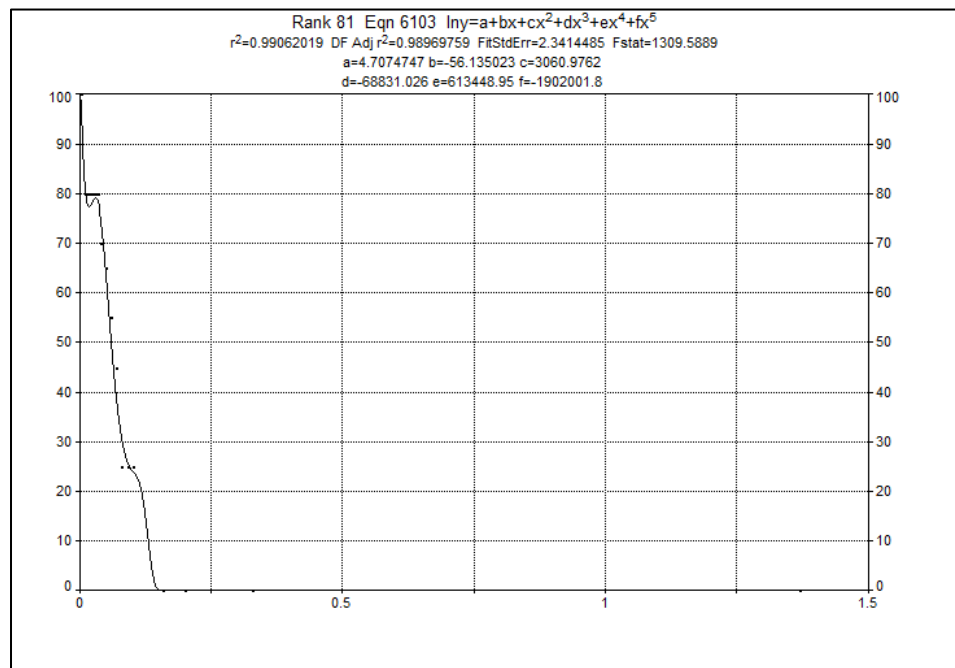
Wang, W.-X., & Rainbow, P. S. (2005). Effects of metal exposure on marine invertebrates: zinc accumulation and toxicity in bivalve larvae. Marine Ecology Progress Series, 285, 105–115. La curva de función de este parámetro se elaboró tomando en cuenta el valor límite ECA 2017, que debe mantener el promedio en 0.081 mg/l.

Tabla 6 Escala de subíndice de Zn

Escala	Subíndice	Rango
Óptima	100-90	0 – 0.01
Adecuada	90-70	0.01 – .0.04
Aceptable	70-50	0.04 – 0.06
Inadecuada	50-25	0.06 – 0.081
Pésima	25-0	0.081 – a mas

Fuente: Elaboración propia

Imagen 12 Curva de la función de calidad de Zinc en la bahía de Paracas



4.3.3.6. Aceites y grasas

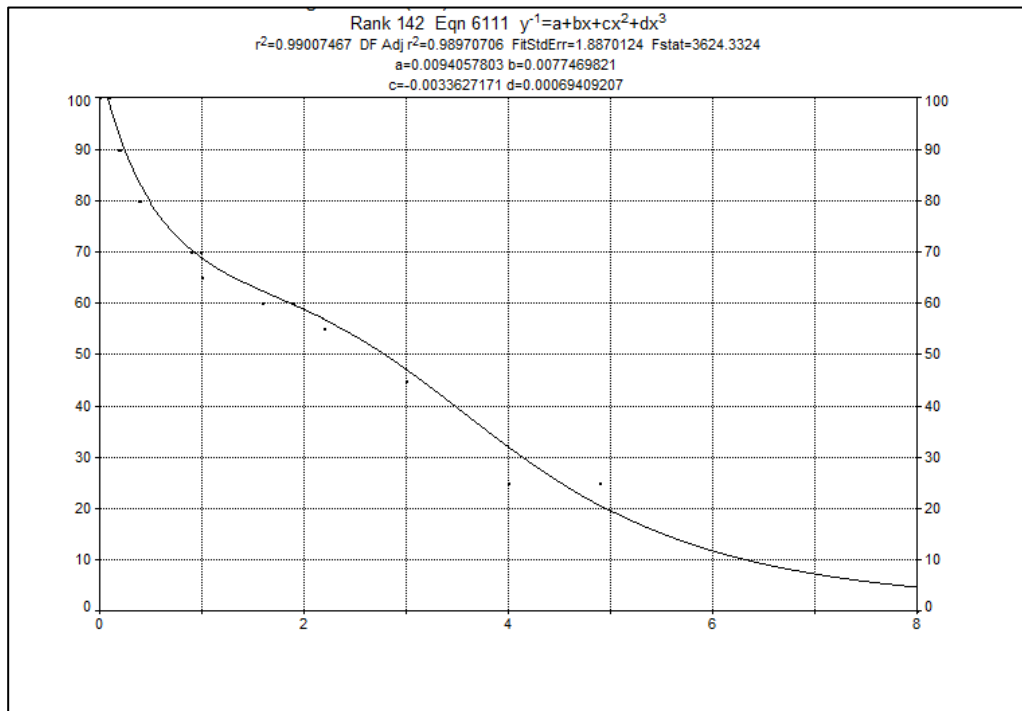
Este es un parámetro de calidad ambiental cuyas altas concentraciones en las aguas marino-costeras están asociadas con el transporte marítimo como agente causal, en especial la contaminación por hidrocarburos en la zona industrial y el puerto de Supe (Orozco, 2014). La curva de función de este parámetro se elaboró tomando en cuenta el valor límite ECA 2017, que debe mantener el promedio en 1.0 mg/l.

Tabla 7 Escala de subíndice de Aceites y Grasas (A&G)

Escala	Subíndice	Rango
Óptima	100-90	0 – 0.25
Adecuada	90-70	0.25 – .0.5
Aceptable	70-50	1 – 2
Inadecuada	50-25	2 – 4
Pésima	25-0	4 – 8

Fuente: Elaboración Propia

Imagen 13 Curva de la función de calidad de aceites y grasas en la bahía de Paracas



4.3.3.7. Demanda bioquímica de oxígeno

Mide la materia orgánica degradable; $DBO_5 > 3$ mg/L sugiere carga orgánica que consume OD, afectando zona bentónica donde habitan pulpos y caracoles (Cao et al., 2018).

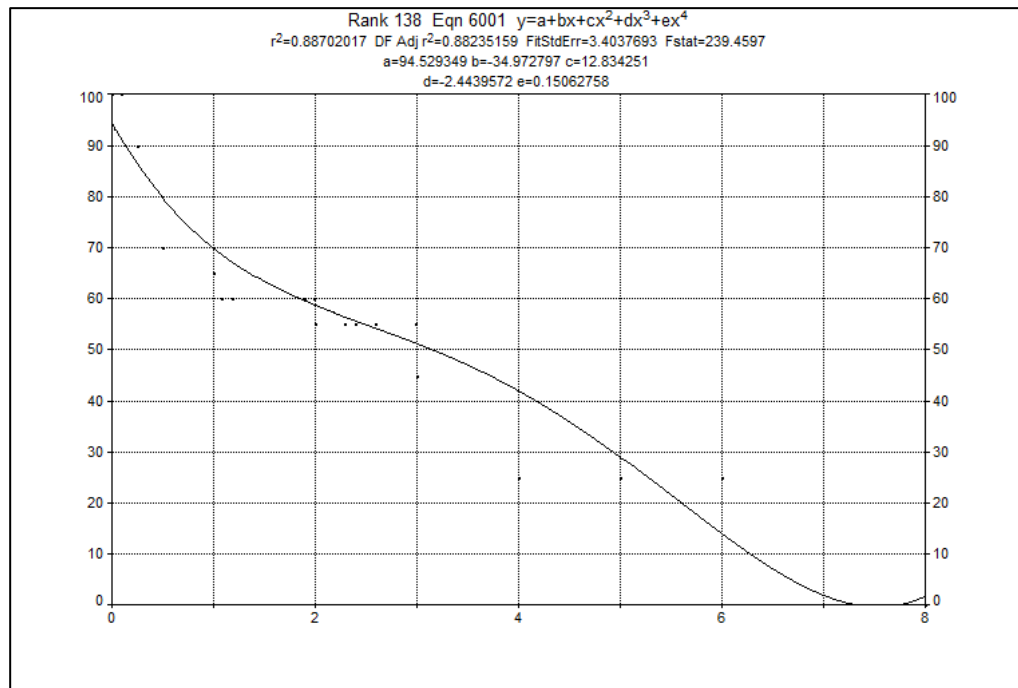
La DBO_5 es el oxígeno disuelto consumido bajo condiciones específicas por oxidación biológica de la materia orgánica o inorgánica en aguas naturales, subterráneas, para consumo humano, efluentes (ISO, 1983), como en el caso de las aguas costeras de la bahía de Supe (Orozco et al., 2013; Orozco, 2014). La curva de función de este parámetro se elaboró tomando en cuenta el valor límite ECA 2017, que debe mantener el promedio en 10 mg/l.

Tabla 8 Escala de subíndice de DBO_5

Escala	Subíndice	Rango
Óptima	100-90	<2
Adecuada	90-70	2.0 – .4.0
Aceptable	70-50	4.0 – 6.0
Inadecuada	50-25	6.0 – 8.0
Pésima	25-0	>8.0

Fuente Orozco R 2024

Imagen 14 Curva de la función de calidad de demanda bioquímica de oxígeno en la bahía de Paracas



4.3.3.8. Hidrocarburos totales de petróleo

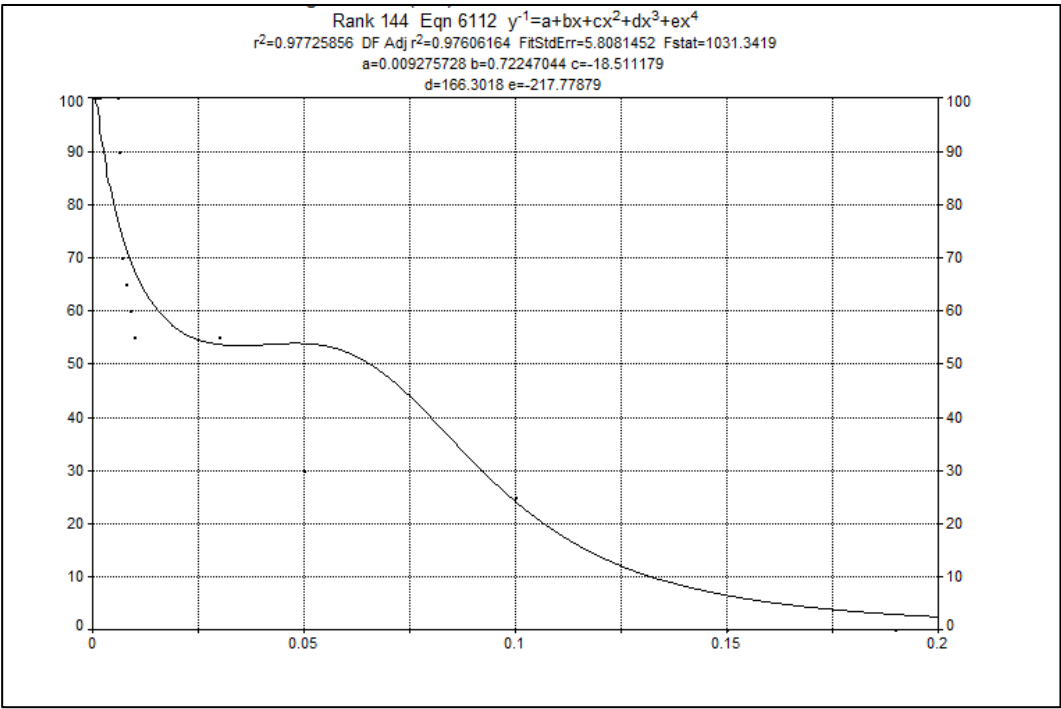
Hidrocarburos aromáticos en el agua se asocia con tráfico marítimo artesanal en la bahía o con una fuente de contaminación, como descargas provenientes del alcantarillado (Orozco, R. 2024). La curva de función de este parámetro se elaboró tomando en cuenta el valor límite ECA 2017, que debe mantener el promedio en 0.007 mg/l.

Tabla 9 Escala de subíndice de HTT

Escala	Subíndice	Rango
Óptima	100-90	0.006
Adecuada	90-70	0.0065
Aceptable	70-50	0.007
Inadecuada	50-25	0.01
Pésima	25-0	0.1

Fuente Orozco R 2024

Imagen 15 Curva de la función de calidad de hidrocarburos totales de petróleo en la bahía de Paracas



4.3.3.9. Coliformes termotolerantes

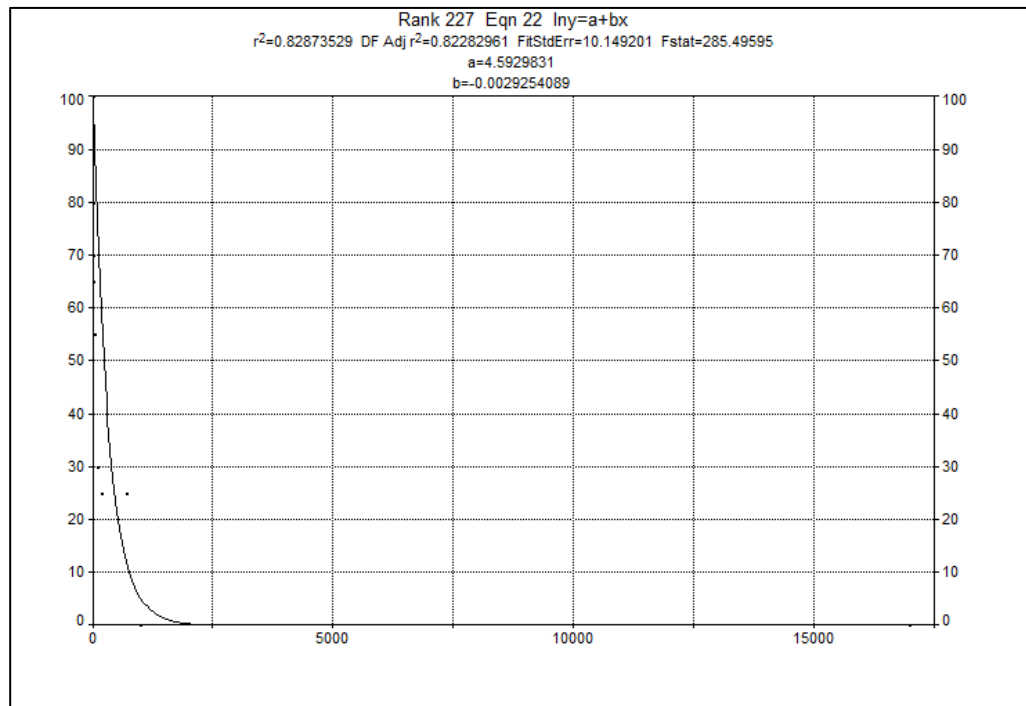
Indicador de contaminación orgánica y sanitaria. Valores > 14 NMP/100 mL limitan la cosecha de moluscos bivalvos por riesgo sanitario (Smith, 2012). Los coliformes termotolerantes son considerados un organismo indicador de contaminación fecal; están relacionados con el equilibrio de las necesidades de las ciudades costeras, la población y la salud. (Orozco et al., 2013; Orozco, 2014). La curva de función de este parámetro se elaboró tomando en cuenta el valor límite ECA 2017, que debe mantener el promedio en 30 NMP/100ml.

Tabla 10 Escala de subíndice de CTT

Escala	Subíndice	Rango
Óptima	100-90	< 2
Adecuada	90-70	14
Aceptable	70-50	30
Inadecuada	50-25	200
Pésima	25-0	1000

Fuente Orozco R 2024

Imagen 16 Curva de la función de calidad de coliformes termo tolerantes en la bahía de Paracas



4.3.3.10. Temperatura Superficial Marina (TSM)

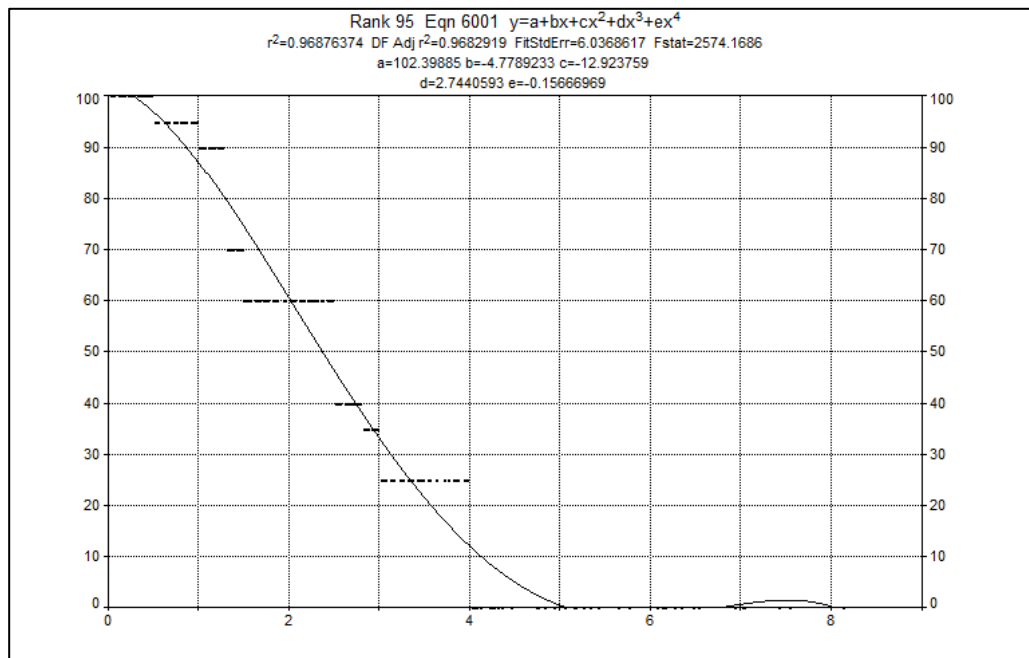
La temperatura superficial marina influye en la actividad metabólica, el crecimiento y la distribución de moluscos y cefalópodos. En octópodos (*Octopus mimus*), variaciones ≥ 2 °C pueden alterar sus ciclos reproductivos (Vaz-Pinto, 2016). La curva de función de este parámetro se elaboró tomando en cuenta el valor límite ECA 2017, que debe mantener el promedio de una variación de 3°C con respecto a la temperatura mensual promedio multianual.

Tabla 11 Escala de subíndice de Temperatura Superficial Marina

Escala	Subíndice	pH
Óptima	100-90	0 – 1
Adecuada	90-70	1 – 1.3
Aceptable	70-50	1.3 – 2.3
Inadecuada	50-25	2.3 – 3
Pésima	25-0	3 – 4

Fuente: Elaboración Propia

Imagen 17 Curva de la función de calidad de temperatura superficial marina en la bahía de Paracas

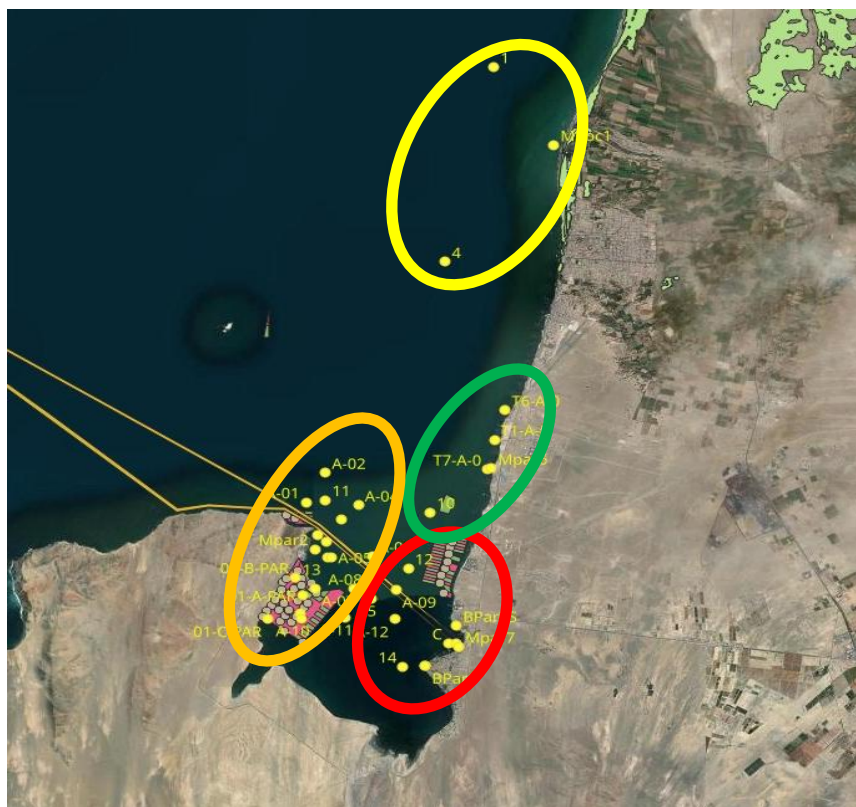


4.3.4. Sectorización de la bahía

Con base a la data sistematizada, resulta que no se cuenta con la información completa de los 10 parámetros seleccionados en las diferentes estaciones de monitoreo durante los años de estudio por lo que se optó en seccionar por sectores.

La selección por sectores nos permite agrupar no solo datos si no información de diferentes entes, no obstante, tenemos sectores con un mínimo de 6 parámetros, pero es concordante con lo planteado por el ICAM de INVEMAR en donde postula que se puede aplicar la fórmula promedio geométrico ponderado con un mínimo de seis variables, siguiendo el mismo procedimiento de cálculo, cabe indicar que dicha metodología fue adaptada por Rita Orozco en 2024. Por otro lado, La metodología de designar sectores es concordante con el estudio ejecutado por Jacobo, N. & Sánchez, S. (2023).

Imagen 18 Sectorización de las estaciones (Sectores) de monitoreo



Como se puede apreciar en la imagen la sectorización está dada tanto por cercanía de estaciones de monitoreo y a su vez obedece a las diferentes actividades y eventos que se dan en la bahía de paracas por lo que podemos definir lo siguiente:

- **Zona Norte:** La zona señalizada de color amarillo, esta zona corresponde a la desembocadura del Rio pisco, por lo que su evaluación independiente es crucial

para la determinación del índice de calidad ambiental, dado que hay incidencia de relaves domésticos, pozas de oxidación de la ciudad.

Cuadro 7 Detalle de instituciones y estaciones en el sector norte

SECTOR	INSTITUCION	NOMBRE DE ESTACION
NORTE	ANA	MBoc1
NORTE	IMARPE	1
NORTE	IMARPE	4

Fuente : Elaboración propia

- **Zona centro:** La zona señalizada de verde, donde está la actividad industrial tanto pesquera como la de hidrocarburos como Pluspetrol.

Cuadro 8 Detalle de instituciones y estaciones en el sector centro

SECTOR	INSTITUCION	NOMBRE DE ESTACION
CENTRO	PLUS PETROL	T1-A-0
CENTRO	PLUS PETROL	T6-A-0
CENTRO	PLUS PETROL	T7-A-0
CENTRO	IMARPE	10
CENTRO	ANA	Mpar6

Fuente: Elaboración propia

- **Zona chaco:** La zona señalizada de rojo, este sector es netamente zona turística e incidencia de relaves domésticos, además de presencia de desembarcaderos pesqueros artesanales.

Cuadro 9 Detalle de instituciones y estaciones en el sector chaco

SECTOR	INSTITUCION	NOMBRE DE ESTACION
CHACO	ANA	BPar3S
CHACO	ANA	BPar2
CHACO	ANA	BPar1
CHACO	ANA	Mpar1
CHACO	ANA	Mpar7
CHACO	ANA	Mpar8
CHACO	IMARPE	14
CHACO	IMARPE	C
CHACO	OEFA	A-09
CHACO	OEFA	A-12

Fuente: Elaboración propia

- **Zona Puerto:** La zona señalizada de naranja, en este sector se ubican las actividades portuarias y cultivo de concha de abanico.

Cuadro 10 Detalle de instituciones y estaciones en el sector puerto

SECTOR	INSTITUCION	NOMBRE DE ESTACION
PUERTO	OEFA	A-01
PUERTO	OEFA	A-02
PUERTO	OEFA	A-03
PUERTO	OEFA	A-04
PUERTO	OEFA	A-05
PUERTO	OEFA	A-06
PUERTO	OEFA	A-07
PUERTO	OEFA	A-08
PUERTO	OEFA	A-10
PUERTO	OEFA	A-11
PUERTO	IMARPE	11
PUERTO	IMARPE	13
PUERTO	ANA	Mpar2
PUERTO	ANA	BPar4S
PUERTO	SANIPES	01-D-PAR
PUERTO	SANIPES	01-A-PAR
PUERTO	SANIPES	01-C-PAR

Fuente: Elaboración propia

4.3.5. Determinación del Índice de calidad ambiental por sector.

Se realizó la determinación del índice de calidad ambiental por sectores dada la complejidad de actividades e incidencias en la bahía, además teniendo en cuenta que en la recolección de los datos no se pudo obtener una producción constante en cuanto a número de parámetros por institución; además esta información fue sistematizada a partir de la matriz general presentada en el producto N° 01 de la presente consultoría.

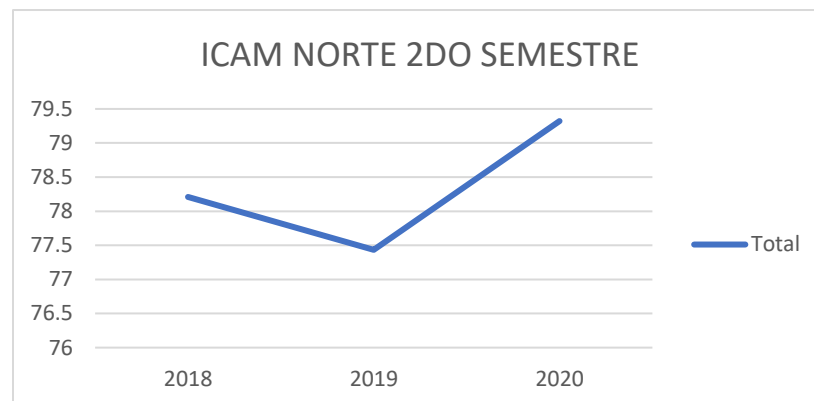
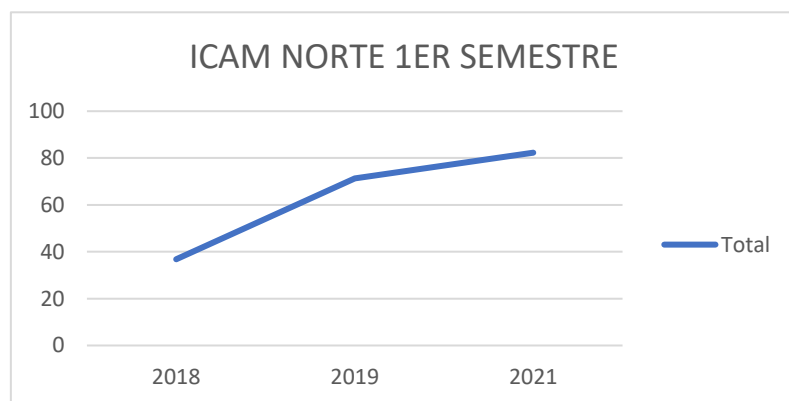
4.3.5.1. ICAM – PA Zona Norte

AÑO	MES	SECTOR	PROFUNDIDAD (m) o Superficial (S)	VARIACION °T	OXIGENO	pH	SST	Mercurio (Hg) total	Zinc (Zn) total	Aceites y grasas (HEM)	7. Demanda bioquímica en Oxígeno (DBO5)	Hidrocarburos Totales de Petroleo – TPH (C10-C40) – GC/FID	Numeración de Coliformes Fecales (Termotolerantes)	ICAM
2018	Febrero	NORTE	SUPERFICIAL	1.06	1.68	1.91	1.04	1.36	2.64	1.79	1.61	1.79	1.00	36.79
2018	Noviembre	NORTE	SUPERFICIAL	1.33	1.43	1.76	1.73	1.23	1.60	1.47	1.37	1.86	1.82	78.21
2019	Marzo	NORTE	SUPERFICIAL	1.36	1.81	2.21	1.00	1.30	1.74	1.64	1.50	2.21	1.06	71.27
2019	Noviembre	NORTE	SUPERFICIAL	1.44	1.61	1.97	2.14	1.40	1.80		1.49		2.12	77.43
2020	Noviembre	PUERTO	SUPERFICIAL	1.37	1.58	1.77	1.90	1.34	1.65	1.92	1.34		1.92	79.32
2021	Mayo	NORTE	SUPERFICIAL	1.52	1.59	1.84	1.77	1.32	1.63	1.87	1.39		1.86	82.29

La información a detalle, se está alcanzando en el formato Excel adjunto al presente producto, podemos apreciar que hay años en donde no se tienen los 10 parámetros seleccionados, no obstante, podemos verificar que el índice de calidad se mantiene en un rango de 70 – 80 con excepción del año 2018 (primer semestre) que tenemos un índice de 36.79 que según la clasificación es inadecuado, gráficamente lo podemos

Imagen 20 ICAM Norte 1er semestre

Imagen 19 ICAM Norte 2do semestre



4.3.5.2. ICAM – PA Zona Centro

AÑO	MES	SECTOR	PROFUNDIDAD (m) o Superficial (S)	VARIACION	OXIGENO	pH	SST	Mercurio (Hg) total	Zinc (Zn) total	Aceites y grasas (HEM)	7. Demanda bioquímica en Oxígeno (DBO5)	Hidrocarburos Totales de Petróleo – TPH (C10-C40) – GC/FID	Numeración de Coliformes Fecales (Termotolerantes)	ICAM
2014	Marzo	CENTRO	SUPERFICIAL	1.50	1.70	2.00	2.49			2.86	1.82	1.01		66.82
2014	Diciembre	CENTRO	SUPERFICIAL	1.64	1.96	2.32	2.33			2.52	1.69	1.01		75.14
2015	Marzo	CENTRO	SUPERFICIAL	1.53	2.41	2.38	1.97			2.54	1.70	1.01		75.05
2015	Noviembre	CENTRO	SUPERFICIAL	2.08	1.90	2.15	2.32			2.43	1.60	1.01		77.48
2016	Marzo	CENTRO	SUPERFICIAL	1.19	2.64	2.63	2.44			2.44	1.68	1.01		82.46
2016	Noviembre	CENTRO	SUPERFICIAL	1.03	2.64	2.62	2.43			1.71	1.66	1.57		77.89
2017	Marzo	CENTRO	SUPERFICIAL	1.28	2.44	2.99	1.40			1.65	1.78	1.67		63.92
2017	Noviembre	CENTRO	SUPERFICIAL	1.00	2.62	2.62	2.20			1.82	1.64	1.83		82.63
2018	Febrero	CENTRO	SUPERFICIAL	1.00	2.56	2.61	2.25			1.85	1.64	1.82		83.11
2018	Noviembre	CENTRO	SUPERFICIAL	1.38	2.19	2.28	2.02			1.68	1.54	2.31		83.39
2019	Marzo	CENTRO	SUPERFICIAL	1.48	2.41	2.45	2.14			1.72	1.59	1.51		77.33
2019	Noviembre	CENTRO	SUPERFICIAL	1.08	2.26	2.26	2.16			2.21	1.53	2.23		90.02
2020	Noviembre	CENTRO	SUPERFICIAL	1.00	2.28	2.31	2.24			2.26	1.54	2.28		93.56
2021	Mayo	CENTRO	SUPERFICIAL	1.28	1.75	1.73	1.72	1.27	1.52	1.72	1.34	1.72	1.71	86.63
2021	Noviembre	CENTRO	SUPERFICIAL	1.18	1.88	1.94	1.86	1.33	1.65	1.91	1.28	1.92		83.23
2022	Marzo	CENTRO	SUPERFICIAL	1.00	2.10	1.95	2.09	1.38	1.09	2.09	1.48	2.10		83.84
2022	Noviembre	CENTRO	SUPERFICIAL	1.33	2.01	2.12	1.62	1.38	1.00	2.08	1.48	2.09		81.37
2023	Marzo	CENTRO	SUPERFICIAL	1.63	1.82	1.84	1.70	1.30	1.59	1.81	1.37	1.83		87.22
2023	Noviembre	CENTRO	SUPERFICIAL	1.34	1.85	1.88	1.85	1.31	1.61	1.84	1.39	1.86		85.62
2024	Abril	CENTRO	SUPERFICIAL	1.58	1.67	1.71	1.70	1.26	1.51	1.70	1.34	1.58	1.68	52.35
2024	Noviembre	CENTRO	SUPERFICIAL	1.35	1.96	1.89	1.91		1.68	1.95	1.42	1.97		87.57

En este sector observamos el constante monitoreo , cumpliendo con casi la totalidad del alcance encomendado para la consultoría que va desde el 2014 hasta el 2024, a excepción del primer semestre del 2020 por motivos de pandemia se denegó realizar actividades a todo nivel, por lo que no se tiene información de ese periodo, cabe mencionar que la temporalidad por semestre obedece a tener como referencia los datos recabados y/o alcanzados por ANA quienes tienen mayor amplitud de parámetros 33 comparación de las otras instituciones quienes alcanzaron entre 15 a 4 parámetros.

En cuanto a resultados tenemos un promedio de 79.84, entre los rangos de 70 a 90, lo que corresponde a una calidad adecuada, pero tenemos en el primer semestre del 2024 un valor de 52.35 que corresponde a una calificación de aceptable con tendencia a inadecuada, gráficamente lo podemos apreciar en las siguientes imágenes.

Imagen 22 ICAM centro 1er semestre

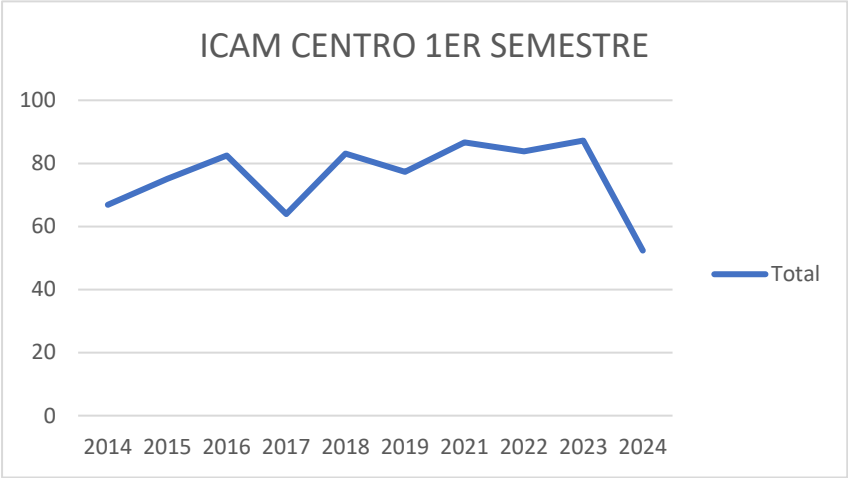
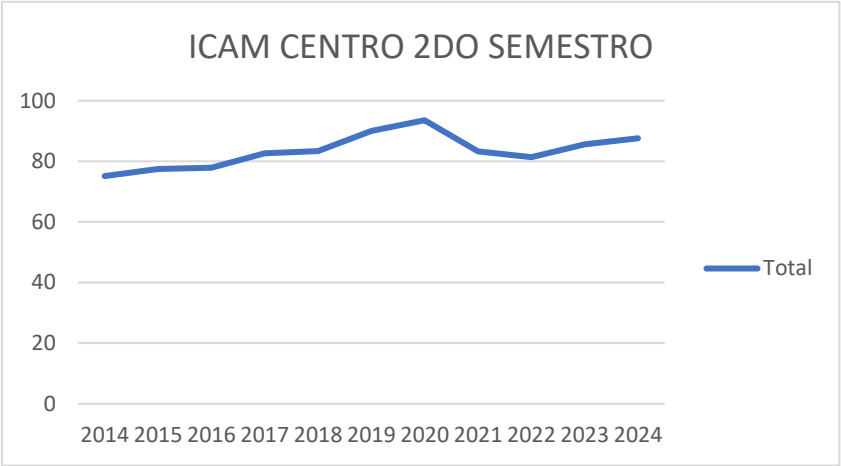


Imagen 21 ICAM centro 2do semestre



4.3.5.3. ICAM – PA Zona Chaco

AÑO	MES	SECTOR	PROFUNDIDAD (m) o Superficial (S)	VARIACION	OXIGENO	pH	SST	Mercurio (Hg) total	Zinc (Zn) total	Aceites y grasas (HEM)	7. Demanda bioquímica en Oxígeno (DBO5)	Hidrocarburos Totales de Petroleo – TPH (C10-C40) – GC/FID	Numeración de Coliformes Fecales (Termotolerantes)	ICAM
2014	Diciembre	CHACO	SUPERFICIAL	1.55	1.44	1.79		1.00	2.12	1.88	1.51	1.44	2.16	75.04
2015	Marzo	CHACO	SUPERFICIAL	1.72	1.54	2.33				2.90	1.68		2.66	79.86
2015	Noviembre	CHACO	SUPERFICIAL	1.75	1.49	1.71	1.41	1.33	1.72	1.60	1.44	1.01	2.07	21.27
2016	Marzo	CHACO	SUPERFICIAL	1.69	1.40	2.00	2.43	1.33	1.85		1.20		2.18	73.66
2016	Diciembre	CHACO	SUPERFICIAL	1.79	1.27	1.59	2.10	1.27	1.89	1.56	1.36		1.99	76.81
2017	Noviembre	CHACO	SUPERFICIAL	1.79	1.34	1.71	1.99	1.28	1.74		1.45	1.40	2.02	74.15
2018	Noviembre	CHACO	SUPERFICIAL	1.41	1.36	1.67	1.77	1.23	1.60	1.48	1.38	1.87	1.82	77.66
2019	Marzo	CHACO	SUPERFICIAL	1.64	1.35	1.68	1.82	1.22	1.57	1.45	1.36	1.82	1.77	81.50
2019	Noviembre	CHACO	SUPERFICIAL	1.32	1.46	1.62	1.78	1.29	1.56	1.77	1.35	1.72	1.77	81.43
2020	Diciembre	CHACO	SUPERFICIAL	1.55	1.40	1.74	1.87	1.34	1.68		1.34	1.88	1.94	78.07
2021	Mayo	CENTRO	SUPERFICIAL	1.49	1.32	1.50	1.77	1.30	1.57	1.79	1.36	1.74	1.78	80.02
2024	Abril	CHACO	SUPERFICIAL	1.40	1.57	1.75	2.12			1.82	1.59	1.61	2.07	78.90

En este sector observamos un monitoreo de frecuencia irregular, sin información de los años 2022 y 2023, esto debido a como lo mencionado anteriormente la temporalidad por semestre obedece a tener como referencia los datos recabados y/o alcanzados por ANA quienes tienen mayor amplitud de parámetros 33 comparación de las otras instituciones quienes alcanzaron entre 15 a 4 parámetros, y al momento de recibir los datos de la institución no se tiene data de los años en mención, por lo que no se ha considerado estos años, al igual que la zona norte.

En cuanto a resultados tenemos un promedio de 73.20, entre los rangos de 70 a 80, lo que corresponde a una calidad adecuada, pero tenemos en el segundo semestre del 2015 un valor de 21.27 que corresponde a una calificación de pésima, gráficamente lo podemos apreciar en las siguientes imágenes.

Imagen 23 ICAM Chaco 1er semestre

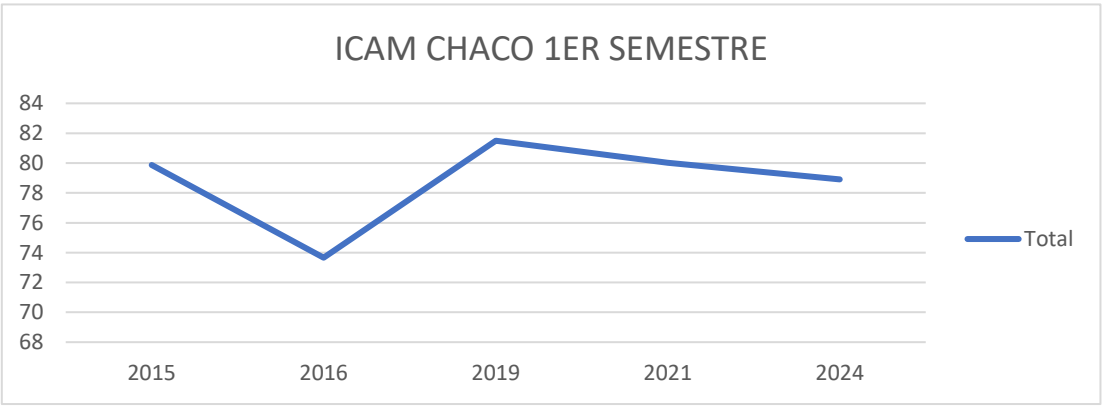
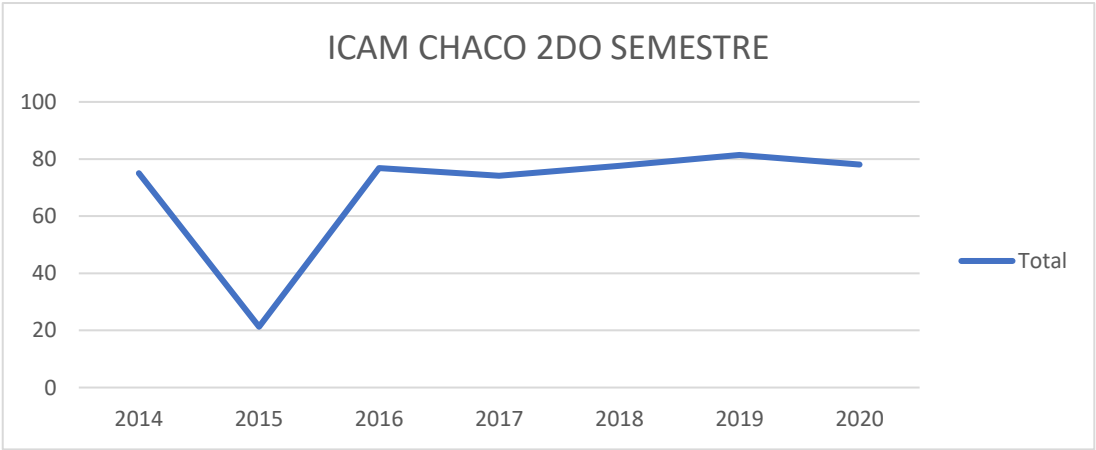


Imagen 24 ICAM Chaco 2do semestre



4.3.5.4. ICAM – PA Zona Puerto

AÑO	MES	SECTOR	PROFUNDIDAD (m) o Superficial (S)	VARIACION	OXIGENO	pH	SST	Mercurio (Hg) total	Zinc (Zn) total	Aceites y grasas (HEM)	7. Demanda bioquímica en Oxígeno (DBO5)	Hidrocarburos Totales de Petróleo – TPH (C10-C40) – GC/FID	Numeración de Coliformes Fecales (Termotolerantes)	ICAM
2014	Diciembre	PUERTO	SUPERFICIAL	1.59	1.51	1.85		1.00	2.08	1.85	1.49	1.43	2.11	76.54
2015	Marzo	PUERTO	SUPERFICIAL	1.45	1.80	2.55				2.69	1.68		2.66	80.06
2015	Noviembre	PUERTO	SUPERFICIAL	1.72	1.75	1.69	1.56	1.30	1.63	1.55	1.42	1.00	1.97	22.12
2016	Marzo	PUERTO	SUPERFICIAL	1.62	1.36	1.98	2.33	1.31	1.84		1.42		2.18	75.99
2016	Diciembre	PUERTO	SUPERFICIAL	1.34	1.39	1.72	2.13	1.27	1.98	1.58	1.37		2.01	75.23
2017	Noviembre	PUERTO	SUPERFICIAL	1.43	1.46	1.64	1.84	1.25	1.66	1.52	1.41	1.36	1.90	47.57
2018	Febrero	PUERTO	SUPERFICIAL	1.01	1.48	1.77	1.85	1.25	2.02	1.52	1.41	1.53	1.91	77.83
2018	Noviembre	CHACO	SUPERFICIAL	1.28	1.40	1.80	1.83	1.23	1.59	1.47	1.37	1.86	1.81	79.02
2019	Marzo	PUERTO	SUPERFICIAL	1.46	1.55	1.72	1.81	1.22	1.56	1.44	1.35	1.80	1.76	82.30
2019	Noviembre	PUERTO	SUPERFICIAL	1.37	1.51	1.78	1.90	1.33	1.64		1.40	2.01	1.89	81.51
2020	Diciembre	PUERTO	SUPERFICIAL	1.49	1.45	1.62	1.75	1.28	1.54	1.74	1.34	1.69	1.74	47.85
2021	Mayo	PUERTO	SUPERFICIAL	1.35	1.58	1.74	1.74	1.28	1.53	1.73	1.34	1.68	1.72	84.86
2024	Abril	PUERTO	SUPERFICIAL	1.87	1.51	1.84	2.02			1.73	1.54	1.55	1.95	85.16

En este sector observamos un monitoreo de frecuencia irregular, sin información de los años 2022 y 2023, esto debido a como lo mencionado anteriormente la temporalidad por semestre obedece a tener como referencia los datos recabados y/o alcanzados por ANA quienes tienen mayor amplitud de parámetros 33 comparación de las otras instituciones quienes alcanzaron entre 15 a 4 parámetros, y al momento de recibir los datos de la institución no se tiene data de los años en mención, por lo que no se ha considerado estos años, al igual que la zona norte.

En cuanto a resultados tenemos un promedio de 70.47, entre los rangos de 70 a 85, lo que corresponde a una calidad adecuada, pero tenemos en el segundo semestre del 2015 un valor de 22.12 que corresponde a una calificación de pésima, coincidiendo con lo registrado en la zona Chaco, esto debido a que en ese año hubo una incidencia ambiental manifestada por los pescadores por la muerte de 800 000 manojos de concha de abanico, por lo que la OEFA actuó de oficio, ejecutando el monitoreo en noviembre de ese año; por otro lado en segundo semestre del 2020 se obtiene un valor de ICA de 47.85, el cual es inadecuado, gráficamente lo podemos apreciar en las siguientes imágenes.

Imagen 25 ICAM Puerto 1er semestre

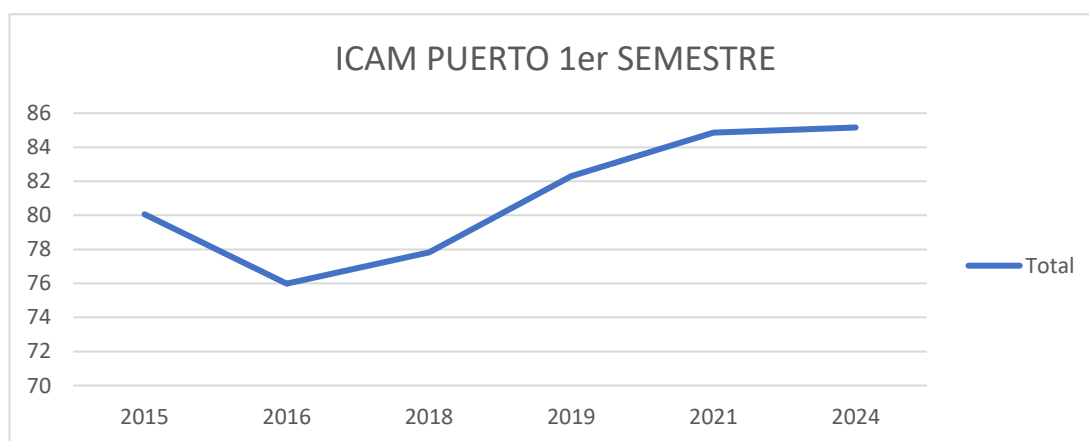
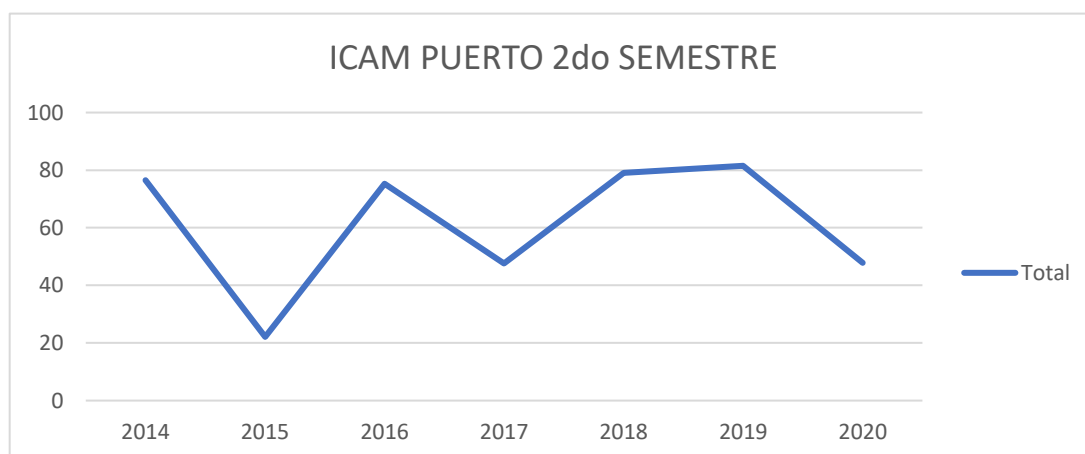


Imagen 26 ICAM Puerto 2do semestre



5. PROPUESTA SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA AMBIENTAL PARA EL SEGUIMIENTO DEL ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LA BAHÍA DE PARACAS (PLATAFORMA DE VISUALIZACIÓN SIG)

La propuesta de un sistema de información geográfica ambiental (SIGA) para el seguimiento del Índice de Calidad Ambiental (plataforma de visualización SIG) para la Bahía de Paracas se plantea sea una herramienta estratégica para el seguimiento y visualización dinámica del Índice de Calidad Ambiental (ICA), integrando información relevante para la gestión sostenible de la bahía de Paracas.

El sistema plantea representar espacialmente las variaciones del ICA, identificar zonas críticas y apoyar la toma de decisiones por parte de entidades técnicas, autoridades ambientales y actores locales.

La propuesta sigue la siguiente secuencia como se muestra en la imagen N° 27.

Imagen 27 Secuencia de preparación de visualización SIG



A continuación, de manera narrativa se describen los pasos a seguir y las características del mismo.

5.1. Etapa inicial: preparación de la información y estructura de datos

El primer paso consistirá en organizar la información base proveniente de la base de datos 2014-2024, el análisis del mismo y la validación final de los puntos y sectores de la bahía de Paracas.

Para garantizar la compatibilidad con el entorno SIG, se diseñará una plantilla maestra en formato Excel, estructurada de manera uniforme para cada sector.

Esta hoja de datos contendrá campos esenciales como:

- Identificador y nombre de sector (id, nombre del sector).
- Coordenadas geográficas en UTM WGS84 18S (longitud, latitud).
- Fecha de muestreo.
- Parámetros físico-químicos (temperatura, salinidad, turbidez, pH).
- Indicadores biológicos (coliformes, oxígeno disuelto).

De este modo, la plantilla se convertirá en el punto de partida para la construcción de un sistema homogéneo y escalable, que permitirá actualizar periódicamente los registros conforme se obtenga nueva información en los próximos años.

5.2. Etapa de georreferenciación y creación de capas SIG

Una vez validada la base de datos, se importará la información al entorno QGIS Desktop.

El sistema nos permitirá identificar los campos de latitud y longitud, proyectando las ubicaciones en el sistema de coordenadas WGS84 (EPSG:32718), compatible con plataformas web y servicios OGC (WMS).

Cada registro de la hoja Excel se transformará en un punto geográfico que representará una estación de muestreo (sector). Posteriormente, la capa resultante se guardará en formato GeoPackage (.gpkg), el cual garantizará mayor estabilidad, permitirá integrar múltiples capas y conservará correctamente los tipos de datos y caracteres.

5.3. Etapa de diseño cartográfico y visualización analítica

En esta fase se configurará la simbología temática que permitirá representar visualmente la variación espacial del Índice de Calidad Ambiental (ICA) o de cada uno de sus componentes. Mediante el panel de propiedades de QGIS, se aplicarán escalas de color graduadas, utilizando graduaciones cromáticas intuitivas (verde para valores óptimos, amarillo para intermedios y rojo para condiciones críticas, por ejemplo).

Cada sector se enriquecerá con ventanas emergentes, las cuales mostrarán en formato HTML la información detallada del sitio: nombre de estación, fecha, temperatura y valor del índice ICA, por ejemplo.

Estas ventanas ofrecerán una experiencia interactiva que facilitará la comprensión inmediata de los resultados sin necesidad de consultar tablas externas.

5.4. Etapa de integración y publicación en la nube

Con el proyecto estructurado y validado, se procederá a publicar el SIGA mediante el plugin QGIS Cloud, una plataforma gratuita y accesible para la difusión de mapas interactivos en línea.

El proceso de publicación incluirá los siguientes pasos:

- Inicio de sesión con una cuenta de usuario previamente creada en qgiscloud.com.
- Selección del proyecto a publicar (*ICA_Bahia_Paracas.qgz*) y de las capas relevantes (puntos, interpolaciones, límites, etc.).
- Carga del proyecto al servidor y generación automática de un URL público de acceso, que permitirá visualizar el mapa desde cualquier dispositivo con conexión a internet.
- Activación de los servicios OGC (WMS/WFS), lo que permitirá compartir la información con otras plataformas o integrarla en visores institucionales como los del IMARPE o el Ministerio del Ambiente.

De esta manera, el sistema quedará disponible en línea.

A manera de ejemplo a continuación se muestran en imágenes la información de parámetros en concentraciones en la bahía de Paracas y se adjunta el link donde se puede visualizar a través de la nube.

Link Webmap: https://qgiscloud.com/RicardoJimenez/Parametros_concentraciones/

Concentraciones de Zinc

Zn total (ppm)

- 0.001 - 0.02
- 0.02 - 0.04
- 0.04 - 0.103
- 0.103 - 0.33
- 0.33 - 1.37

Google Hybrid

Imagen 29 Visualización del pH en la bahía de Paracas

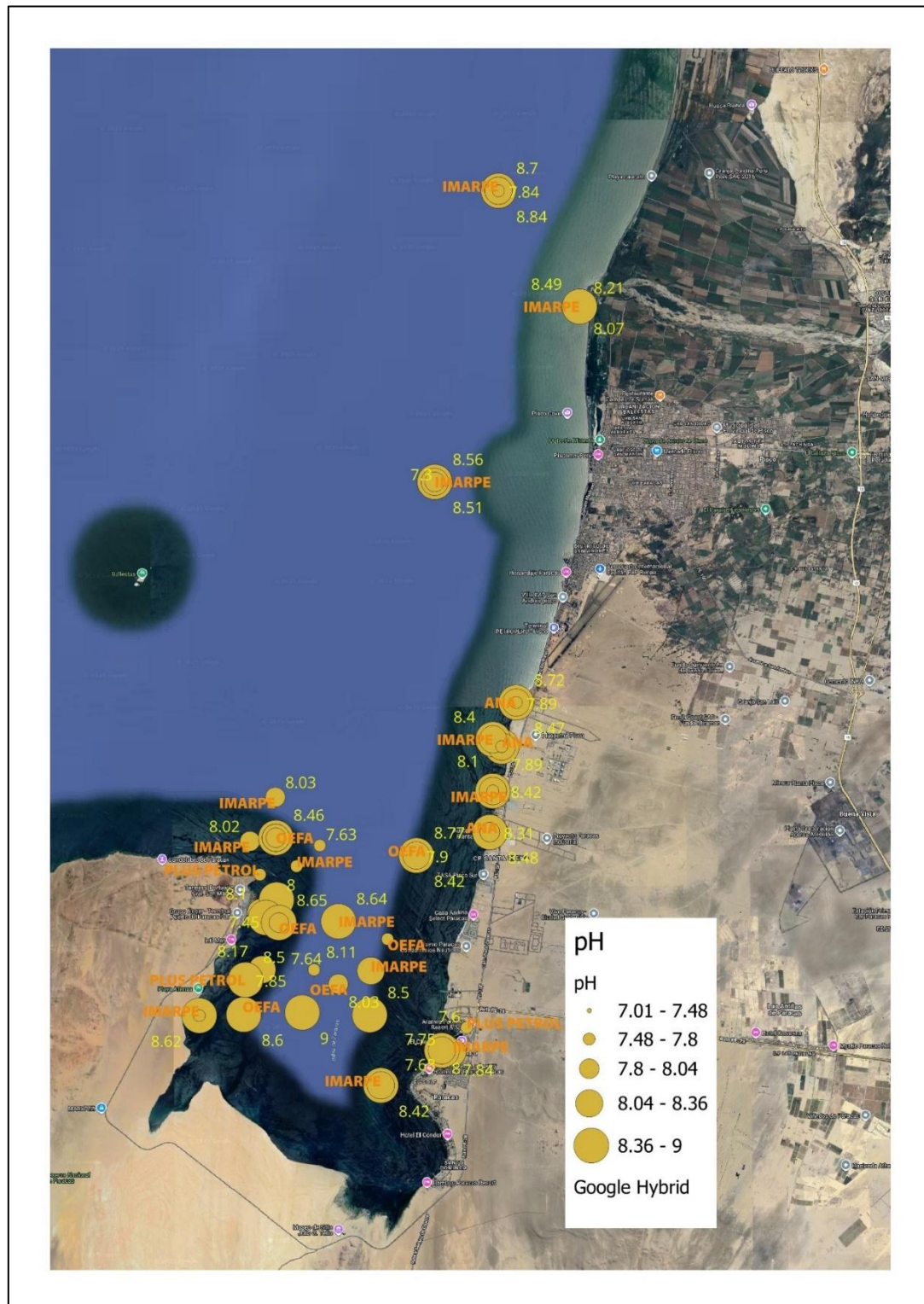


Imagen 30 Visualización de concentración de coliformes Termo tolerantes en la bahía de Paracas

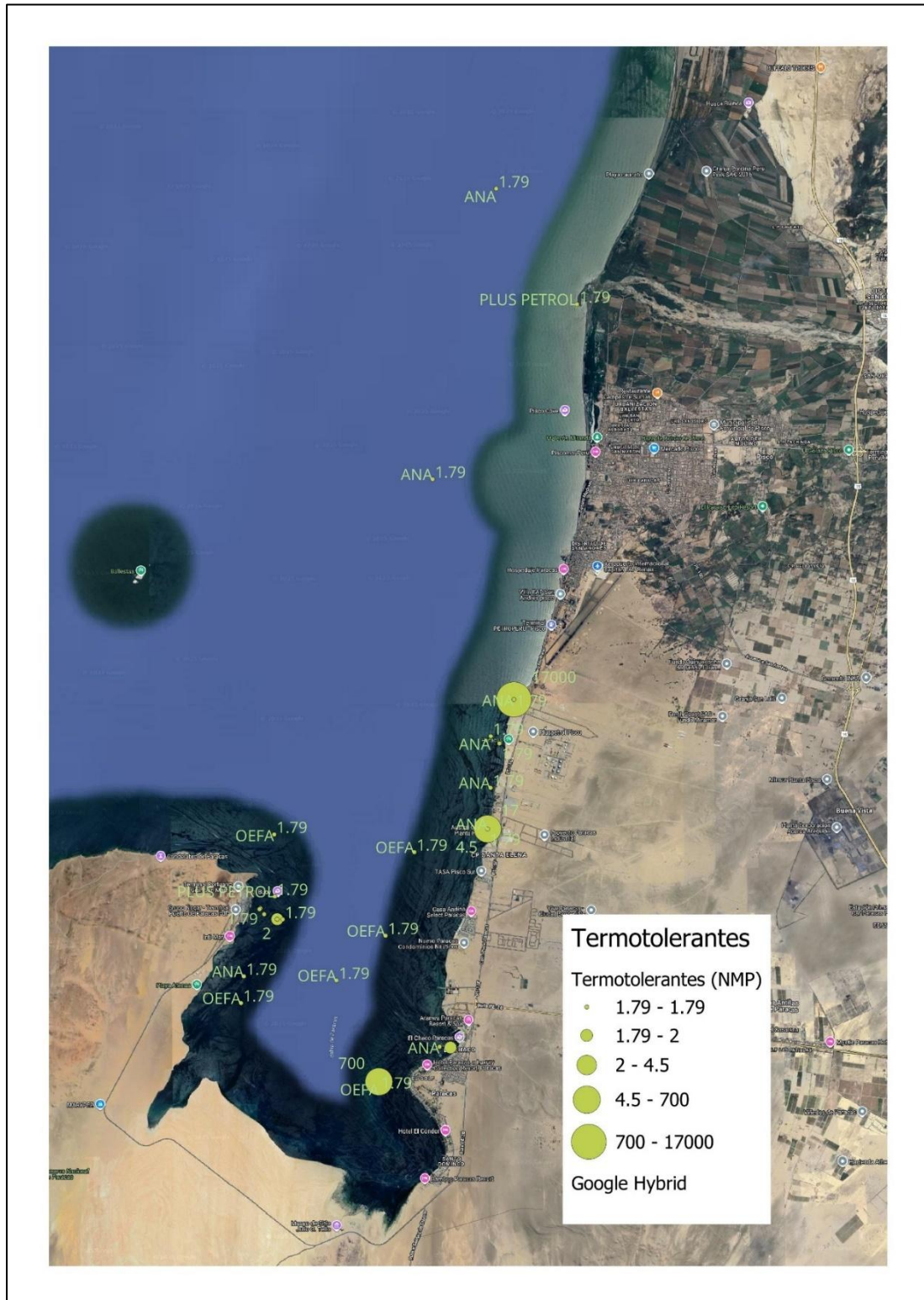
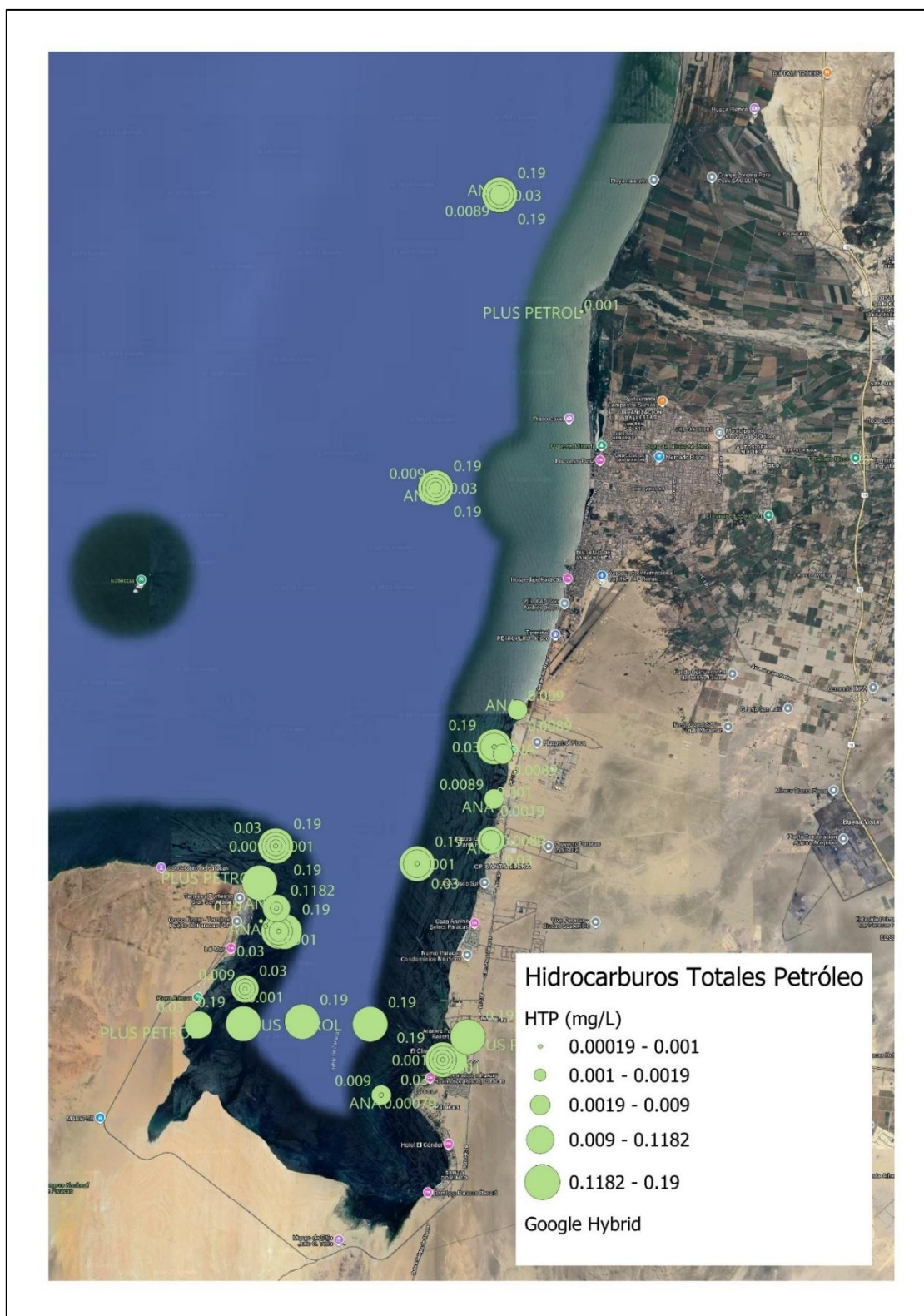


Imagen 31 Visualización de concentraciones de Hidrocarburos Totales de Petróleo en la bahía de Paracas



6. REPORTE DE REUNIONES DE COORDINACIÓN/TRABAJO CON LA CONTRAPARTE TÉCNICA, ESPECIALISTAS, REPRESENTANTES DE INSTITUCIONES PÚBLICAS O PRIVADAS, ENTRE OTROS
A continuación, se describen las coordinaciones realizadas.

Reporte de Reuniones y Coordinación/Trabajo

A solicitud de: **ONG TERRA NUOVA** Al: **TERMINAL PORTUARIO DE PARACAS**
FECHA: 30 de Octubre del 2025

TEMA:

Se realizó Coordinación con el personal del Área Ambiental de la empresa Privada Terminal portuario vía telefónica para el recibimiento de información de datos de parámetros ambientales realizados en la bahía Paracas.

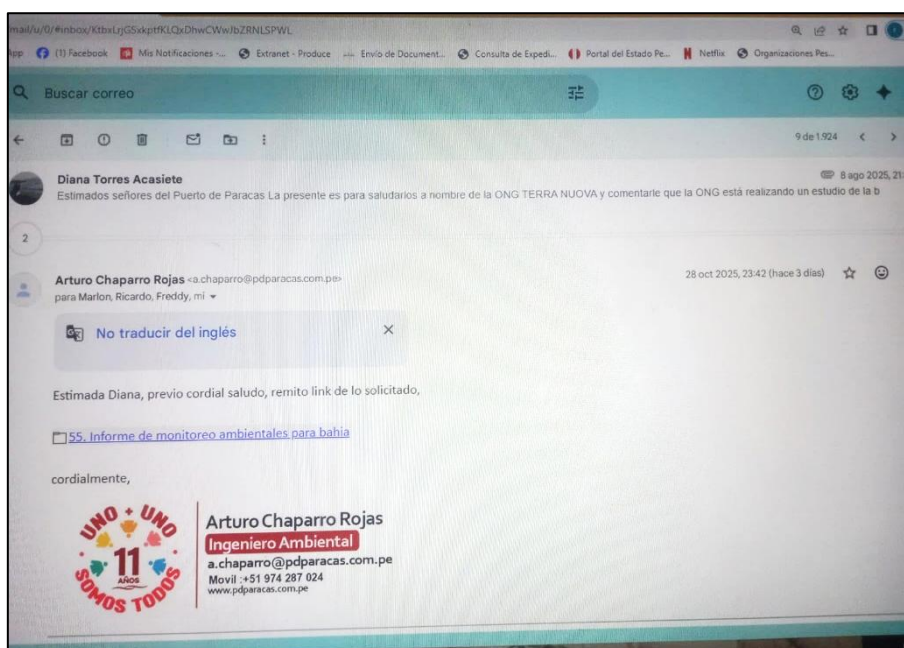
Participantes:

Nombre y Apellidos	Institución
Ricardo Jiménez Vílchez	Terra Nuova consultor
Ing. Marlon Escobar	Área Ambiental - terminal portuario de paracas
Ing. Arturo Chaparro	Área ambiental - Terminal Portuario de Paracas
Diana Torres Acasiete	Terra Nuova Asistente

Conclusión:

Al culminar la llamada telefónica se envió la dirección de los correos electrónicos para el envío de la información la cual fue recibido conforme. Esta Información alimentara la data y garantizara a obtener resultados reales y confiables.

Imagen 32 Correo recibido con información por el Terminal Portuario de Paracas



Reporte de Reuniones y Coordinación/Trabajo

A solicitud de: **ONG TERRA NUOVA** A: **ANA (ALA Rio Seco)**

FECHA: 29 de Octubre del 2025

TEMA:

Se realizó Coordinación con el profesional encargado de la sede del ALA Rio Seco de la Autoridad Nacional del Agua (ANA), vía telefónica para el recibimiento de información de datos faltantes de parámetros ambientales realizados cerca de la zona de la bahía Paracas.

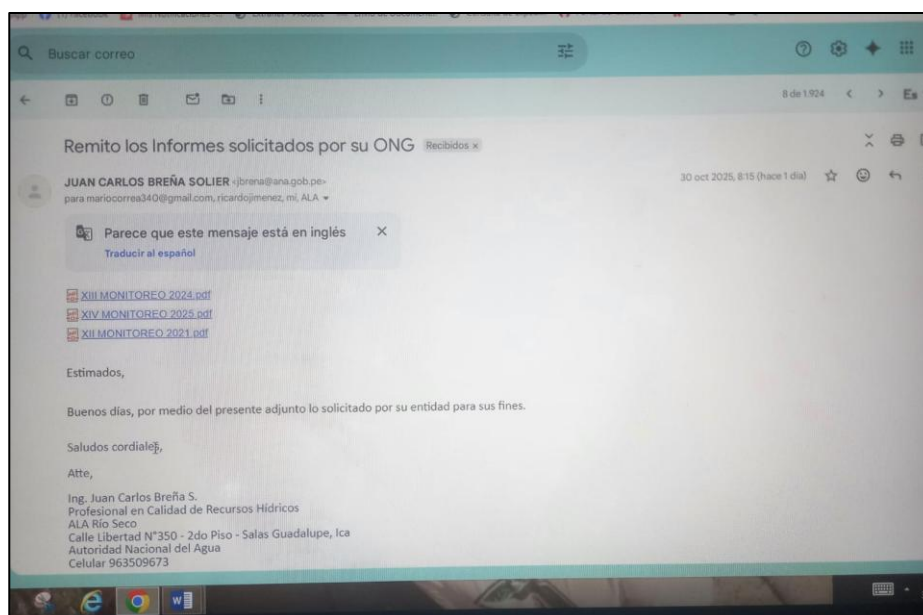
Participantes:

Nombre y Apellidos	Institución
Ricardo Jiménez Vélchez	Terra Nuova consultor
Mario Correa	Especialista de Terra Nuova aracas
Diana Torres Acasiete	Terra Nuova Asistente
Juan Carlos Breña	ANA SEDE RIO SECO

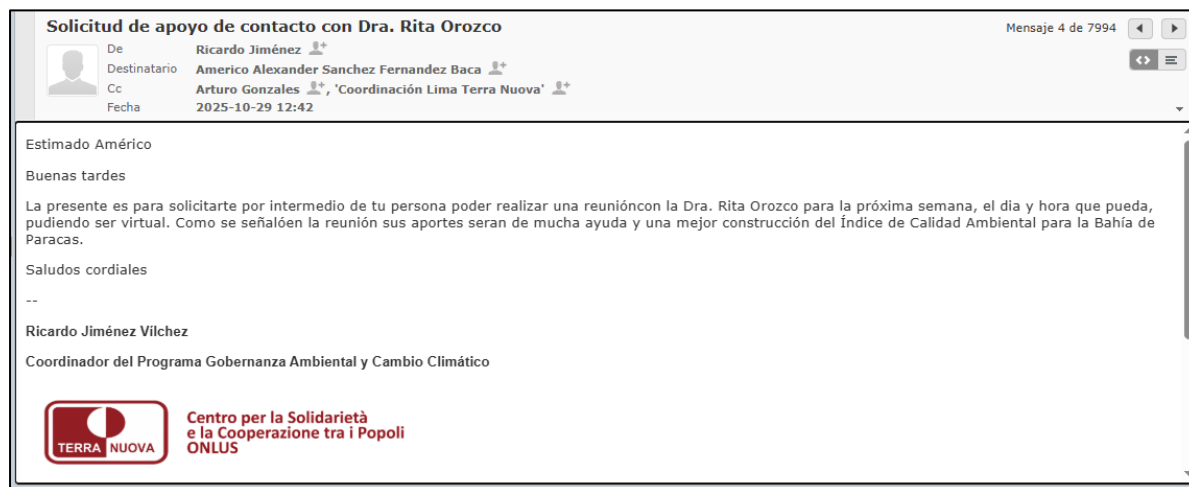
Conclusión:

Se recibió la información solicitada en los correos electrónicos enviados la cual fue recibida conforme. La Información recibida completara los años q aún faltaban cubrir en la data y tener mejores resultados.

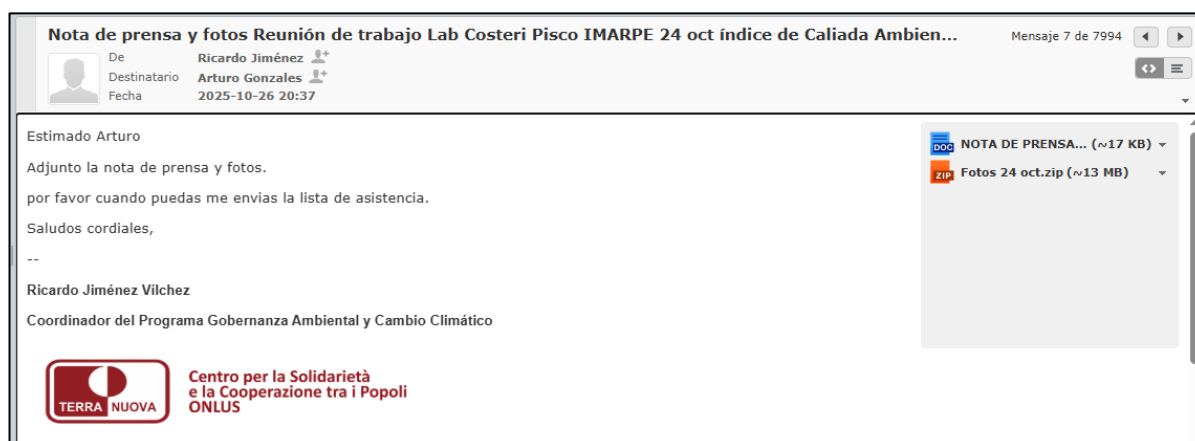
Imagen 33 Correo recibido por el ALA sede río seco



De igual forma se há solicitado tener uma entrevista com la Dra. Rita Orozco con el objetivo de recoger su experiencia en la elaboración de su tesis “*Índice de Calidad para Pesca y Acuicultura – ICAM-PE (Tesis, Orozco), 2024- Bahía de Supe*” y sus comentarios para la bahía de Paracas.



De igual forma se aportó con notas de prensa de los 2 eventos realizados para el avance 2.



7. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Orozco, R. (2024). *Determinación del índice numérico integrado de calidad de agua marina costera para las actividades de pesca y maricultura* (Tesis doctoral, Universidad Nacional Mayor de San Marcos).
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD Perú. (2021). *Índice de salud del océano (OHI/IDSO): Aproximación y aplicaciones para el Perú (Bahía de Sechura)*. Lima: PNUD.

8. ANEXOS

ANEXO 1: Cálculo de ICA Paracas por sectores (se adjunta en correo)

ANEXO 2: PPTs

TALLER DE CAPACITACIÓN DIA 7 DE OCTUBRE 2025



Se contrató con los ICA-Agua (en ríos, lagos u otros cuerpos continentales), aprobada por Resolución Jefatural N.º 084-2020-ANA. Se recomienda 14 campañas por punto (ideal: 2 en "avanzada" y 2 en "retroje" para ríos).

Parámetros (2 grupos): orgánico/sanitario (OD₅, OD₂, OD mínimo, coliformes termotolerantes) y otro grupo físico-químico/metálico (fósforo total, amoníaco-N, nitratos, HTP aromáticos, pH, SST, y metales:As, Al, Mn, Fe, Cd, Pb, B, Cu, Hg, Zn).

2. Índice de Calidad para Pesca y Acuicultura – ICAM-PE (Tela, Orzoco), 2024-Bahía de Supe

El ICAM-PE hace mediante el uso de la fórmula de agregación, se seleccionó la fórmula de promedio geométrico muy utilizada en estudios previos previos – ICAM-PE (Brown et al., 1979) (Díaz, 1989), (Mun-Aguas et al., 2013).

$$ICAM = \left(\prod_{i=1}^n x_i^{w_i} \right)^{\frac{1}{\sum w_i}}$$

i = parámetros que integran el índice y que toman valores entre 1 y n
n = cantidad de variables
x_i = valor del subíndice de calidad de cada parámetro
w_i = factor de ponderación (peso) de cada subíndice por parámetro

Índice de Calidad Acuática Marina (ICAM-PE) (Tela, Orzoco), 2024

La fórmula de promedio geométrico ponderado puede determinar una mayor sensibilidad a los cambios generados por los parámetros de calidad observados en los cuerpos de agua. Además esta fórmula aplicada fue: fue adaptado del índice ICAM-PE, propuesto por Brown para la calidad ambiental de las aguas marítimas y asociadas con el fin de prever la flora y la fauna (Mun-Aguas, 2013).

Los subíndices de función de cada parámetro (dependiendo de calidad acuática se relacionan utilizando el software estadístico SPSS 22, el cual incluye una opción para los modelos lineales y no lineales).

La ausencia de datos de parámetros de calidad de agua es una limitante en la formulación del índice sin embargo, teniendo en cuenta que se realizó una campaña en una estación de agregación, se le puede evaluar con una menor cantidad de datos, para el manejo de conflictos del patrimonio marino y/o.

3. Índice de Salud del Océano – IOSO/OH-Bahía de Sechura

La evaluación del IOSO-PE se implementó aplicando la metodología desarrollada por el Centro Nacional de Análisis y Gestión Ecológica (CNAE) de la Universidad de Chile (Valparaíso, et al., 2023) y su adaptación a las condiciones de la zona de estudio (OH, 2024).

Se utilizó una metodología que analiza 12 meses antes los fenómenos y cambios que afecta al océano. Por cada uno de los meses se recolecta datos oficiales, públicos y accesibles, considerando un periodo de al menos cinco años para medir su estado actual, las tendencias, las presiones y la capacidad de resiliencia. La metodología permite estimar el estado de cada elemento para evaluar la puntuación global al índice de Salud de los Océanos, asociado como un porcentaje de 1 a 100.

Indicadores de salud

Indicadores de salud

Índice de Salud del Océano – IOSO/OH

El IOSO (OH) integra por cada mes (objetivo) dos componentes: Estado actual y Estado futuro probable. El futuro surge de ajustar el estado con Tendencias, Presiones y Resiliencia, con una ponderación 50/50 entre estado actual y estado futuro y dentro de este último, Tendencias pesa el 30 %, mientras que Presión y Resiliencia aportan 35 % cada una (la tendencia es la "voz más fuerte" que cada una de las otras dos). El agregado final por meses se expresa en una escala 0-100 y se convierte con el "Algoritmo de Red" (representando cada uno de los puntos de la red) y son categorizados por quíntiles (20 puntos por categoría).

El IOSO integra información de:

- Variables físicas (pH, salinidad, SST, salinidad batimétrica, biodiversidad).
- Factores ambientales (tema, turismo, gobernanza).
- Factores de presión (CCA, áreas protegidas, política marina).

Índice de Salud del Océano – IOSO/OH

El marco conceptual definido para la estimación del IOSO-PE se fundamenta en los principios de sostenibilidad, pero es un equilibrio entre la evaluación y la gestión de riesgos, se requiere mayor elemento de datos y modelamiento, menor resiliencia operativa por la decisiones puntuales de calidad de agua en una tabla.

4. Chile-Índice de Calidad de Aguas Costeras – ICAC

La forma más sencilla de seleccionar los parámetros, es seguir la metodología de Ojeda, la cual propone la conformación de un panel de expertos que tengan relación con la calidad del agua, quienes seleccionen las variables según su criterio y finalmente elijan las de mayor importancia (Ojeda, 2002).

Para la determinación de los subíndices, se incluye las ecuaciones de función de las curvas, con las que luego se procederá a interpolar los datos de las estaciones de monitoreo de cada subíndice, con el fin de proceder al siguiente paso.

Para la determinación del ICAC las fórmulas se eligen considerando los parámetros seleccionados y el objetivo del índice.

Variable	Unidad
Temperatura del agua (T _{agua})	°C
Conductividad eléctrica (CE)	µS/cm
Transparencia (T _{trans})	cm
Profundidad (P)	m
Velocidad de corriente (V)	m/s
Presión hidrostática (P _{hid})	kg/cm ²
Presión atmosférica (P _{atm})	kg/cm ²
Presión total (P _{tot})	kg/cm ²

Se requiere un conjunto de parámetros físico-químicos y microbiológicos.

Parámetros como: OD, pH, nutrientes (NO₃⁻, NO₂⁻, NH₄⁺, P total(PO₄³⁻), SST (salinidad superficial total/turbidez), coliformas, coprococcos (COC), heterocitos/quistes y quistes y en algunas aplicaciones, clorofila y fitoplancton.

Se requieren adaptaciones no solo normativas, sino también de normas de estandarización de indicadores con base de datos grandes.

Es factible pero solo como para emitir una señal simple (alto/bajo apto/riesgo) y seguimiento de tendencias, especialmente en áreas productivas y recreativas.

Derivados al ICAM y IMQ, requiere curva calibrada y unidades locales.

5. Índice de Calidad de Aguas Marinas y Costeras – ICAM (Colombia/INVEMAR)

La metodología de desarrollo de este índice, fue adaptado en la metodología propuesta por Ojeda (2002), para su aplicación en igual forma al promedio geométrico ponderado, se puede aplicar para aguas marinas y estuarias.

se puede aplicar la fórmula con un mínimo de seis variables, eligiendo el número preferiblemente de calidad.

$$ICAM = \left(\sum_{i=1}^n w_i \cdot I_i \right)^{\frac{1}{n}}$$

Donde:
 - I_i : Índice de calidad ponderado obtenido para cada variable.
 - w_i : Peso de cada variable.
 - n : Número de variables ponderadas.
 - I_i : Índice de calidad ponderado obtenido para cada variable.
 - w_i : Peso de cada variable ponderada.

Plantea un índice multicomponente: integra variables ambientales y de presión (salud de hábitats, eutrofización, contaminantes químicos y residuos, presión pesquera, turismo/destino humano, protección costera), agregadas mediante promedio geométrico ponderado de subíndices.

Para el caso de Colombia se requiere capas de hábitats (manglares, marismas/pedrales), presiones antrópicas, residuos/contaminantes, y series oceanográficas troncadas (nutrientes, OD, turbidez, microbiología).

Los parámetros a nivel de calidad de agua se encuentran similares en cuanto a los criterios, pero el componente hábitats/uso humano exige cartografía y estadísticas consistentes de amplia temporalidad (turismo, protección costera, residuos). Lo que supone la conformación de acuerdos robustos de intercambio de información de todas las variables.

ICAM-INVEMAR sirve como indicador integrador de estado y presiones (complemento de nivel superior), lo que supone requerimientos más exigentes en datos socio-espaciales, acuerdos interinstitucionales operativos y alto robusto con campo de software empresarial y mantenimiento anual.

Taller Grupal

Bloque III

Resultado de la recopilación y sistematización de información de parámetros de calidad ambiental generados en la batalla de paracas, para el periodo 2014 y 2024.

El diagrama de flujo 'Metodología' describe el proceso de investigación en siete pasos:

1. Identificación del problema
2. Planteamiento de la hipótesis
3. Diseño de la investigación
4. Recolección de datos
5. Análisis de datos
6. Interpretación de resultados
7. Difusión de los resultados

El diagrama incluye iconos representativos de cada etapa: un libro para la identificación del problema, un documento con una flecha para el planteamiento de la hipótesis, un diagrama de flujo para el diseño, un grupo de personas para la recolección de datos, un ordenador para el análisis, un gráfico de barras para la interpretación, y un documento con una flecha para la difusión.

Metodologia

Las actividades a las que se ha sometido la información son:

 **IMAPSPC** INSTRUMENTO PARA EL MANEJO DE LA PRESIÓN CORTADURA

 **Oefa** ORGANIZACIÓN ECUATORIANA DE FARMACIA

 **ANA** AGENCIA NACIONAL DE CALIDAD

 **pluspetrol**

[illegible][illegible]

The screenshot shows a presentation slide with the title "Metodologia" in a large, bold, black font. Below the title is a grid of 100 small, square images arranged in 10 rows and 10 columns. Each image appears to be a small map or flag representing a different country or region. The grid is set against a light blue background. Above the grid, there are several logos and icons, including a globe, a flag, and a laptop. The overall layout suggests a methodology for analyzing data across different geographical locations.

Metodología

Indicador	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Indicador 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 25	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 26	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 27	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 28	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 29	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 30	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 31	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 32	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 33	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 34	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 35	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 36	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 37	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 38	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 39	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 40	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 41	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 42	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 43	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 44	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 45	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 46	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 47	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 48	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 49	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 50	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 51	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 52	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 53	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 54	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 55	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 56	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 57	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 58	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 59	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 60	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 61	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 62	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 63	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 64	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 65	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 66	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 67	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 68	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 69	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 71	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 72	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 73	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 74	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 75	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 76	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 77	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 78	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 79	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 81	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 82	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 83	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 84	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 85	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 86	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 87	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 88	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 89	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 90	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 91	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 92	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 93	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 94	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 95	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 96	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 97	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 98	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 99	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Indicador 100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Metodología

El área de estudio, comprende la tabla de puntos entre los 17°10'00" S – 17°10'00" S y 17°10'00" S – 17°10'00" S, la tabla está ubicada en el centro de la zona, limita por el norte con la tabla de Norte y por el sur con la tabla de Sur, tiene una extensión aproximada al fondo de la zona.

Para la determinación de las actividades de monitoreo se realizó mediante la aplicación de la información obtenida por los indicadores de la tabla como lo son: (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (9) (10) (11) (12) (13) (14) (15) (16) (17) (18) (19) (20) (21) (22) (23) (24) (25) (26) (27) (28) (29) (30) (31) (32) (33) (34) (35) (36) (37) (38) (39) (40) (41) (42) (43) (44) (45) (46) (47) (48) (49) (50) (51) (52) (53) (54) (55) (56) (57) (58) (59) (60) (61) (62) (63) (64) (65) (66) (67) (68) (69) (70) (71) (72) (73) (74) (75) (76) (77) (78) (79) (80) (81) (82) (83) (84) (85) (86) (87) (88) (89) (90) (91) (92) (93) (94) (95) (96) (97) (98) (99) (100) (101) (102) (103) (104) (105) (106) (107) (108) (109) (110) (111) (112) (113) (114) (115) (116) (117) (118) (119) (120) (121) (122) (123) (124) (125) (126) (127) (128) (129) (130) (131) (132) (133) (134) (135) (136) (137) (138) (139) (140) (141) (142) (143) (144) (145) (146) (147) (148) (149) (150) (151) (152) (153) (154) (155) (156) (157) (158) (159) (160) (161) (162) (163) (164) (165) (166) (167) (168) (169) (170) (171) (172) (173) (174) (175) (176) (177) (178) (179) (180) (181) (182) (183) (184) (185) (186) (187) (188) (189) (190) (191) (192) (193) (194) (195) (196) (197) (198) (199) (200) (201) (202) (203) (204) (205) (206) (207) (208) (209) (210) (211) (212) (213) (214) (215) (216) (217) (218) (219) (220) (221) (222) (223) (224) (225) (226) (227) (228) (229) (230) (231) (232) (233) (234) (235) (236) (237) (238) (239) (240) (241) (242) (243) (244) (245) (246) (247) (248) (249) (250) (251) (252) (253) (254) (255) (256) (257) (258) (259) (260) (261) (262) (263) (264) (265) (266) (267) (268) (269) (270) (271) (272) (273) (274) (275) (276) (277) (278) (279) (280) (281) (282) (283) (284) (285) (286) (287) (288) (289) (290) (291) (292) (293) (294) (295) (296) (297) (298) (299) (300) (301) (302) (303) (304) (305) (306) (307) (308) (309) (310) (311) (312) (313) (314) (315) (316) (317) (318) (319) (320) (321) (322) (323) (324) (325) (326) (327) (328) (329) (330) (331) (332) (333) (334) (335) (336) (337) (338) (339) (340) (341) (342) (343) (344) (345) (346) (347) (348) (349) (350) (351) (352) (353) (354) (355) (356) (357) (358) (359) (360) (361) (362) (363) (364) (365) (366) (367) (368) (369) (370) (371) (372) (373) (374) (375) (376) (377) (378) (379) (380) (381) (382) (383) (384) (385) (386) (387) (388) (389) (390) (391) (392) (393) (394) (395) (396) (397) (398) (399) (400) (401) (402) (403) (404) (405) (406) (407) (408) (409) (410) (411) (412) (413) (414) (415) (416) (417) (418) (419) (420) (421) (422) (423) (424) (425) (426) (427) (428) (429) (430) (431) (432) (433) (434) (435) (436) (437) (438) (439) (440) (441) (442) (443) (444) (445) (446) (447) (448) (449) (450) (451) (452) (453) (454) (455) (456) (457) (458) (459) (460) (461) (462) (463) (464) (465) (466) (467) (468) (469) (470) (471) (472) (473) (474) (475) (476) (477) (478) (479) (480) (481) (482) (483) (484) (485) (486) (487) (488) (489) (490) (491) (492) (493) (494) (495) (496) (497) (498) (499) (500) (501) (502) (503) (504) (505) (506)

Metodología

La selección por sectores nos permite agrupar los datos de la información de diferentes áreas, no obstante tenemos sectores que tienen un número de 6 parámetros, pero se concuerda con lo planteado por el ICAL de Ecuador en donde señala que se puede aplicar la fórmula promedio geométrico ponderado con un número de seis variables, eligiendo el mismo procedimiento de validación, este indica que dicha metodología fue utilizada por Mica Ordoñez en 2024.



La metodología de designar sectores se concuerda con el estudio ejecutado por Jarama, S. & Sánchez, S. (2023).

Metodología

Los sectores designados son los siguientes:

Sector	Parámetro 1	Parámetro 2	Parámetro 3	Parámetro 4	Parámetro 5	Parámetro 6
Agua	100	100	100	100	100	100
Alimentación	100	100	100	100	100	100
Alquiler	100	100	100	100	100	100
Comercio	100	100	100	100	100	100
Comunicación	100	100	100	100	100	100
Construcción	100	100	100	100	100	100
Electricidad	100	100	100	100	100	100
Industria	100	100	100	100	100	100
Salud	100	100	100	100	100	100
Transporte	100	100	100	100	100	100
Trabajo	100	100	100	100	100	100
Urbano	100	100	100	100	100	100
Verde	100	100	100	100	100	100
Waste	100	100	100	100	100	100

Metodología

En la sistematización de datos por sectores tenemos:

Sector	Parámetro 1	Parámetro 2	Parámetro 3	Parámetro 4	Parámetro 5	Parámetro 6
Agua	100	100	100	100	100	100
Alimentación	100	100	100	100	100	100
Alquiler	100	100	100	100	100	100
Comercio	100	100	100	100	100	100
Comunicación	100	100	100	100	100	100
Construcción	100	100	100	100	100	100
Electricidad	100	100	100	100	100	100
Industria	100	100	100	100	100	100
Salud	100	100	100	100	100	100
Transporte	100	100	100	100	100	100
Trabajo	100	100	100	100	100	100
Urbano	100	100	100	100	100	100
Verde	100	100	100	100	100	100
Waste	100	100	100	100	100	100

Metodología

La formulación del Índice de Calidad de Aguas marítimas y costeras, para la presentación de Roca y Roca, se basa en una escala de valores definidos por 5 categorías comprendidas entre 0 y 100 (ver tabla 1), en el cual se puede reunir la información de los parámetros físico-químicos, microbiológicos y contaminantes orgánicos. Esta información se integra en una ecuación de promedio geométrico ponderado (Jarama Aguas et al., 2014) y empleada por Ordoñez R. (2024).

Valor	Color	Descripción
0-20	Verde	Buena calidad de agua
21-40	Amarillo	Buena calidad de agua
41-60	Naranja	Buena calidad de agua
61-80	Rojo	Buena calidad de agua
81-100	Negro	Buena calidad de agua

Metodología

Con base a la metodología planteada por Ordoñez R.

- Para la determinación del índice hay que partir primero de la formulación de los subíndices de los parámetros seleccionados.
- En la determinación de los subíndices, se analizan la información y se transforman las variables en sus diferentes unidades (mg/L, porcentaje, ug/L) a valores no dimensionales, además se determinan las curvas de función de cada parámetro, haciendo uso del software Table curve 2D.



Metodología

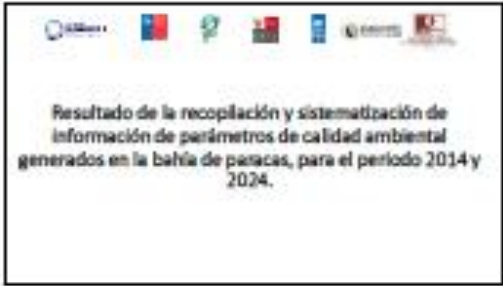
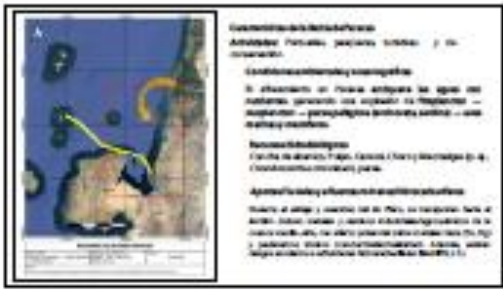
Con base a la metodología planteada por Ordoñez R.

- Para la determinación de la ponderación del subíndice se realiza mediante peso porcentual en relación al total.

Parámetro	Valor	Peso
Agua	100	100
Alimentación	100	100
Alquiler	100	100
Comercio	100	100
Comunicación	100	100
Construcción	100	100
Electricidad	100	100
Industria	100	100
Salud	100	100
Transporte	100	100
Trabajo	100	100
Urbano	100	100
Verde	100	100
Waste	100	100

$$ICAP = (ICAP1 + ICAP2 + ICAP3 + ICAP4 + ICAP5 + ICAP6 + ICAP7 + ICAP8 + ICAP9 + ICAP10 + ICAP11 + ICAP12 + ICAP13 + ICAP14 + ICAP15 + ICAP16 + ICAP17 + ICAP18 + ICAP19 + ICAP20) \times 0.05$$

REUNION DE TRABAJO DIA 24 DE OCTUBRE 2025



Metodología

Las entidades a las que se ha solicitado información son:



Metodología

El área de estudio comprende la bahía de pesos entre los 15°42'30" N – 15°42'00" N y 75°12'45" W – 75°12'15" W. La bahía está ubicada en el distrito de Perene, Lima, por el norte con la bahía de Piura y por el sur con la península de Perene, tiene una extensión aproximada al fondo costero de 24 km.

Para la determinación de las estaciones de monitoreo se realizó mediante la aplicación de la información almacenada por las instituciones de competencia en la bahía como lo son IMADPC, ANA, Oefa, Phaspatel y SAMPES, cuya información con la ayuda de los especialistas de monitoreo, con sus datos de perforación existentes, a su vez esta información se almacenó en una planilla Excel.

Por otro lado la información se toma por zona o referencia a la frecuencia dada por ANA, dado que en la entidad con el mayor número de perforaciones existentes, teniendo en cuenta, de los muelles de los 14 puertos marítimos.

Metodología

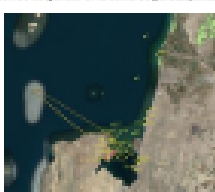
Estación	Profundidad (m) y coordenadas		Entidad
	Profundidad (m)	Coordenadas	
175.6.2	30.00	15° 42' 30" N - 75° 12' 45" W	phaspatel
175.6.3	30.00	15° 42' 30" N - 75° 12' 45" W	
175.6.4	30.00	15° 42' 30" N - 75° 12' 45" W	
17	30.00	15° 42' 30" N - 75° 12' 45" W	SAMPES
18	30.00	15° 42' 30" N - 75° 12' 45" W	
19	30.00	15° 42' 30" N - 75° 12' 45" W	
20	30.00	15° 42' 30" N - 75° 12' 45" W	
21	30.00	15° 42' 30" N - 75° 12' 45" W	
22	30.00	15° 42' 30" N - 75° 12' 45" W	
23	30.00	15° 42' 30" N - 75° 12' 45" W	
24	30.00	15° 42' 30" N - 75° 12' 45" W	
25	30.00	15° 42' 30" N - 75° 12' 45" W	
26	30.00	15° 42' 30" N - 75° 12' 45" W	

Metodología

Estación	Profundidad (m) y coordenadas		Entidad
	Profundidad (m)	Coordenadas	
175.6.2	30.00	15° 42' 30" N - 75° 12' 45" W	phaspatel
175.6.3	30.00	15° 42' 30" N - 75° 12' 45" W	
175.6.4	30.00	15° 42' 30" N - 75° 12' 45" W	
17	30.00	15° 42' 30" N - 75° 12' 45" W	SAMPES
18	30.00	15° 42' 30" N - 75° 12' 45" W	
19	30.00	15° 42' 30" N - 75° 12' 45" W	
20	30.00	15° 42' 30" N - 75° 12' 45" W	
21	30.00	15° 42' 30" N - 75° 12' 45" W	
22	30.00	15° 42' 30" N - 75° 12' 45" W	
23	30.00	15° 42' 30" N - 75° 12' 45" W	
24	30.00	15° 42' 30" N - 75° 12' 45" W	
25	30.00	15° 42' 30" N - 75° 12' 45" W	
26	30.00	15° 42' 30" N - 75° 12' 45" W	

Metodología

Se tiene la georreferenciación de los puntos en la bahía de pesos, detallando la siguiente ubicación:



Metodología

La observación en el fondo, se implementaron planillas, en donde se utilizan datos como ubicación, nombre de estación, fecha de muestreo, parámetro a analizar, etc.

Estación	Fecha	Parámetro	Resultado
175.6.2	15/01/2023	Temperatura	20.5
175.6.3	15/01/2023	Temperatura	20.5
175.6.4	15/01/2023	Temperatura	20.5
17	15/01/2023	Temperatura	20.5
18	15/01/2023	Temperatura	20.5
19	15/01/2023	Temperatura	20.5
20	15/01/2023	Temperatura	20.5
21	15/01/2023	Temperatura	20.5
22	15/01/2023	Temperatura	20.5
23	15/01/2023	Temperatura	20.5
24	15/01/2023	Temperatura	20.5
25	15/01/2023	Temperatura	20.5
26	15/01/2023	Temperatura	20.5

[illegible]

The screenshot shows a presentation slide with the title "Metodologia" in the center. Above the title are five logos: a blue circular logo with a white 'C', a red and blue flag, a green and blue logo, a red and black logo, and a blue logo with a white 'C'. Below the title is a large grid of 100 small icons, each representing a different research method or tool. The icons are arranged in a 10x10 grid. The first row contains icons for various statistical methods like "ANALIZA DE REGRESIA", "ANALIZA DE CORRELATIE", "ANALIZA DE DISPERSIUNE", etc. The second row contains icons for "ANALIZA DE DISPERSIUNE", "ANALIZA DE DISPERSIUNE", "ANALIZA DE DISPERSIUNE", etc. The third row contains icons for "ANALIZA DE DISPERSIUNE", "ANALIZA DE DISPERSIUNE", "ANALIZA DE DISPERSIUNE", etc. The fourth row contains icons for "ANALIZA DE DISPERSIUNE", "ANALIZA DE DISPERSIUNE", "ANALIZA DE DISPERSIUNE", etc. The fifth row contains icons for "ANALIZA DE DISPERSIUNE", "ANALIZA DE DISPERSIUNE", "ANALIZA DE DISPERSIUNE", etc. The sixth row contains icons for "ANALIZA DE DISPERSIUNE", "ANALIZA DE DISPERSIUNE", "ANALIZA DE DISPERSIUNE", etc. The seventh row contains icons for "ANALIZA DE DISPERSIUNE", "ANALIZA DE DISPERSIUNE", "ANALIZA DE DISPERSIUNE", etc. The eighth row contains icons for "ANALIZA DE DISPERSIUNE", "ANALIZA DE DISPERSIUNE", "ANALIZA DE DISPERSIUNE", etc. The ninth row contains icons for "ANALIZA DE DISPERSIUNE", "ANALIZA DE DISPERSIUNE", "ANALIZA DE DISPERSIUNE", etc. The tenth row contains icons for "ANALIZA DE DISPERSIUNE", "ANALIZA DE DISPERSIUNE", "ANALIZA DE DISPERSIUNE", etc.

[illegible]



Metodología

La selección por sectores nos permite agrupar ciertos datos y no información de diferentes áreas, no obstante tenemos sectores que tienen un mínimo de 10 parámetros, pero no corresponden con el sistema que el ICAD de UNFPA tiene en diversos puntos que se puede aplicar la fórmula para medir geometría paralela con los mínimos de cada variable, algunas de ellas paralelas de datos, cada índice que dicho metodología fue adaptado por IDA-Crosscut 2004.



La metodología de asignar sectores se basó en el sistema que el ICAD de UNFPA tiene en diversos puntos que se puede aplicar la fórmula para medir geometría paralela con los mínimos de cada variable, algunas de ellas paralelas de datos, cada índice que dicho metodología fue adaptado por IDA-Crosscut 2004.



Metodología

Los contenidos asignados son los siguientes:

Contenido	Contenido	Contenido	Contenido
Contenido 1	Contenido 2	Contenido 3	Contenido 4
Contenido 5	Contenido 6	Contenido 7	Contenido 8
Contenido 9	Contenido 10	Contenido 11	Contenido 12
Contenido 13	Contenido 14	Contenido 15	Contenido 16
Contenido 17	Contenido 18	Contenido 19	Contenido 20
Contenido 21	Contenido 22	Contenido 23	Contenido 24
Contenido 25	Contenido 26	Contenido 27	Contenido 28
Contenido 29	Contenido 30	Contenido 31	Contenido 32
Contenido 33	Contenido 34	Contenido 35	Contenido 36
Contenido 37	Contenido 38	Contenido 39	Contenido 40
Contenido 41	Contenido 42	Contenido 43	Contenido 44
Contenido 45	Contenido 46	Contenido 47	Contenido 48
Contenido 49	Contenido 50	Contenido 51	Contenido 52
Contenido 53	Contenido 54	Contenido 55	Contenido 56
Contenido 57	Contenido 58	Contenido 59	Contenido 60
Contenido 61	Contenido 62	Contenido 63	Contenido 64
Contenido 65	Contenido 66	Contenido 67	Contenido 68
Contenido 69	Contenido 70	Contenido 71	Contenido 72
Contenido 73	Contenido 74	Contenido 75	Contenido 76
Contenido 77	Contenido 78	Contenido 79	Contenido 80
Contenido 81	Contenido 82	Contenido 83	Contenido 84
Contenido 85	Contenido 86	Contenido 87	Contenido 88
Contenido 89	Contenido 90	Contenido 91	Contenido 92
Contenido 93	Contenido 94	Contenido 95	Contenido 96
Contenido 97	Contenido 98	Contenido 99	Contenido 100

En la automatización de datos por software tenemos:



Metodología

La Normalización del Índice de Calidad de Aguas marítimas y costeras, para la preservación de Pesca y Acuicultura, se basa en una muestra de criterios definidos por 8 integrantes representativos entre 2010 y 2020 (cuadro 2), en el cual se puntúa respecto a la importancia de los parámetros Biológicos, Químicos, Físicos y Socioeconómicos y ambientales seleccionados. Esta información se integró en una muestra de personal profesional perteneciente (Jefes de Aguas, et al., 2014) y compiló por Creares S. (2024).

Temática	Indicador	Importancia	Descripción
Calidad del agua	PH	Verde	Indicador de la acidez o alcalinidad del agua.
Calidad del agua	DO	Verde	Indicador de la cantidad de oxígeno disuelto en el agua.
Calidad del agua	OD	Verde	Indicador de la cantidad de oxígeno demandado por los organismos en el agua.
Calidad del agua	Temperatura	Verde	Indicador de la temperatura del agua.
Calidad del agua	Salinidad	Verde	Indicador de la salinidad del agua.
Calidad del agua	Clorofila	Verde	Indicador de la presencia de algas en el agua.
Calidad del agua	Plankton	Verde	Indicador de la presencia de organismos en el agua.
Calidad del agua	Contaminantes	Verde	Indicador de la presencia de contaminantes en el agua.
Calidad del agua	Metales	Verde	Indicador de la presencia de metales en el agua.
Calidad del agua	Plaguicidas	Verde	Indicador de la presencia de plaguicidas en el agua.
Calidad del agua	Antibióticos	Verde	Indicador de la presencia de antibióticos en el agua.
Calidad del agua	Anticancerígenos	Verde	Indicador de la presencia de anticancerígenos en el agua.
Calidad del agua	Antivirales	Verde	Indicador de la presencia de antivirales en el agua.
Calidad del agua	Antifúngicos	Verde	Indicador de la presencia de antifúngicos en el agua.
Calidad del agua	Antiparasitarios	Verde	Indicador de la presencia de antiparasitarios en el agua.
Calidad del agua	Anticancerígenos	Verde	Indicador de la presencia de anticancerígenos en el agua.
Calidad del agua	Antivirales	Verde	Indicador de la presencia de antivirales en el agua.
Calidad del agua	Antifúngicos	Verde	Indicador de la presencia de antifúngicos en el agua.
Calidad del agua	Antiparasitarios	Verde	Indicador de la presencia de antiparasitarios en el agua.
Calidad del agua	Anticancerígenos	Verde	Indicador de la presencia de anticancerígenos en el agua.
Calidad del agua	Antivirales	Verde	Indicador de la presencia de antivirales en el agua.
Calidad del agua	Antifúngicos	Verde	Indicador de la presencia de antifúngicos en el agua.
Calidad del agua	Antiparasitarios	Verde	Indicador de la presencia de antiparasitarios en el agua.
Calidad del agua	Anticancerígenos	Verde	Indicador de la presencia de anticancerígenos en el agua.
Calidad del agua	Antivirales	Verde	Indicador de la presencia de antivirales en el agua.
Calidad del agua	Antifúngicos	Verde	Indicador de la presencia de antifúngicos en el agua.
Calidad del agua	Antiparasitarios	Verde	Indicador de la presencia de antiparasitarios en el agua.
Calidad del agua	Anticancerígenos	Verde	Indicador de la presencia de anticancerígenos en el agua.
Calidad del agua	Antivirales	Verde	Indicador de la presencia de antivirales en el agua.
Calidad del agua	Antifúngicos	Verde	Indicador de la presencia de antifúngicos en el agua.
Calidad del agua	Antiparasitarios	Verde	Indicador de la presencia de antiparasitarios en el agua.
Calidad del agua	Anticancerígenos	Verde	Indicador de la presencia de anticancerígenos en el agua.
Calidad del agua	Antivirales	Verde	Indicador de la presencia de antivirales en el agua.
Calidad del agua	Antifúngicos	Verde	Indicador de la presencia de antifúngicos en el agua.
Calidad del agua	Antiparasitarios	Verde	Indicador de la presencia de antiparasitarios en el agua.
Calidad del agua	Anticancerígenos	Verde	Indicador de la presencia de anticancerígenos en el agua.
Calidad del agua	Antivirales	Verde	Indicador de la presencia de antivirales en el agua.
Calidad del agua	Antifúngicos	Verde	Indicador de la presencia de antifúngicos en el agua.
Calidad del agua	Antiparasitarios	Verde	Indicador de la presencia de antiparasitarios en el agua.
Calidad del agua	Anticancerígenos	Verde	Indicador de la presencia de anticancerígenos en el agua.
Calidad del agua	Antivirales	Verde	Indicador de la presencia de antivirales en el agua.
Calidad del agua	Antifúngicos	Verde	Indicador de la presencia de antifúngicos en el agua.
Calidad del agua	Antiparasitarios	Verde	Indicador de la presencia de antiparasitarios en el agua.
Calidad del agua	Anticancerígenos	Verde	Indicador de la presencia de anticancerígenos en el agua.
Calidad del agua	Antivirales	Verde	Indicador de la presencia de antivirales en el agua.
Calidad del agua	Antifúngicos	Verde	Indicador de la presencia de antifúngicos en el agua.
Calidad del agua	Antiparasitarios	Verde	Indicador de la presencia de antiparasitarios en el agua.
Calidad del agua	Anticancerígenos	Verde	Indicador de la presencia de anticancerígenos en el agua.
Calidad del agua	Antivirales	Verde	Indicador de la presencia de antivirales en el agua.
Calidad del agua	Antifúngicos	Verde	Indicador de la presencia de antifúngicos en el agua.
Calidad del agua	Antiparasitarios	Verde	Indicador de la presencia de antiparasitarios en el agua.
Calidad del agua	Anticancerígenos	Verde	Indicador de la presencia de anticancerígenos en el agua.
Calidad del agua	Antivirales	Verde	Indicador de la presencia de antivirales en el agua.
Calidad del agua	Antifúngicos	Verde	Indicador de la presencia de antifúngicos en el agua.
Calidad del agua	Antiparasitarios	Verde	Indicador de la presencia de antiparasitarios en el agua.
Calidad del agua	Anticancerígenos	Verde	Indicador de la presencia de anticancerígenos en el agua.
Calidad del agua	Antivirales	Verde	Indicador de la presencia de antivirales en el agua.
Calidad del agua	Antifúngicos	Verde	Indicador de la presencia de antifúngicos en el agua.
Calidad del agua	Antiparasitarios	Verde	Indicador de la presencia de antiparasitarios en el agua.
Calidad del agua	Anticancerígenos	Verde	Indicador de la presencia de anticancerígenos en el agua.
Calidad del agua	Antivirales	Verde	Indicador de la presencia de antivirales en el agua.
Calidad del agua	Antifúngicos	Verde	Indicador de la presencia de antifúngicos en el agua.
Calidad del agua	Antiparasitarios	Verde	Indicador de la presencia de antiparasitarios en el agua.
Calidad del agua	Anticancerígenos	Verde	Indicador de la presencia de anticancerígenos en el agua.
Calidad del agua	Antivirales	Verde	Indicador de la presencia de antivirales en el agua.
Calidad del agua	Antifúngicos	Verde	Indicador de la presencia de antifúngicos en el agua.
Calidad del agua	Antiparasitarios	Verde	Indicador de la presencia de antiparasitarios en el agua.
Calidad del agua	Anticancerígenos	Verde	Indicador de la presencia de anticancerígenos en el agua.
Calidad del agua	Antivirales	Verde	Indicador de la presencia de antivirales en el agua.
Calidad del agua	Antifúngicos	Verde	Indicador de la presencia de antifúngicos en el agua.

Índice de Calidad para Pesca y Acuicultura – ICAM-PC (Tula, Oaxaca), 2014- Batalla de Super

El ICAM-PC hace mediante el uso de la fórmula de agregación, se selecciona la fórmula de promedio geométrico muy utilizada en estudios previos previos – ICAM-PC (Brosen et al., 1979; Dávalos, 2002; Vivas-Aguas et al., 2014).

$$ICAM = \left(\prod_{i=1}^m x_i \right)^{1/m}$$

i = parámetros que integran el índice y que toman valores entre 1 y m
 m = cantidad de variables.
 x_i = valor del subíndice de calidad de cada parámetro.
 w_i = factor de ponderación (peso) de cada subíndice por parámetro.

[illegible]

Metodología

- Para la determinación del índice hay que partir primero de la formulación de los subíndices de los parámetros seleccionados.
- En la determinación de los subíndices, se analizan la información y se transforman las variables en sus diferentes unidades ($\ln g\%$, porcentaje, $\ln g^2$) a valores no dimensionales, además se determinan las curvas de función de cada parámetro, haciendo uso del software Tabela curva 2D.

[illegible][illegible]

Muchas gracias

ANEXO 3: Listas de asistencia
DIA 7 DE OCTUBRE

                					
PROYECTO: "Catalizador de Implementación de un Programa de Acción Transversal para la Gestión Sostenible de los Recursos Marinos Nuevas Competencias en el Sistema de la Corriente de Humboldt" REGISTRO DE ASISTENTES Taller de capacitación sobre uso de técnicas de monitoreo de calidad ambiental en ecosistemas marinos costeros Marzo 07 de octubre 2023 - Auditorio de la Municipalidad Districtal de Pisco					
Nº	NOMBRE Y APELLIDO	INSTITUCIÓN/ORGANIZACIÓN	CORREO ELECTRONICO	TELÉFONO	FIRMA
1	Pablo Cuervo Carlos Castillo	Partido	pablo@carloscastillo.pe	98264461	
2	Liliana Morde Torres	GAP	morde@liliana@gmail.com	98354440	
3	Antonio Chaparro Rojas	Puerto de Pisco	ache@puerto.pisco.pe	98344430	
4	Arreco Gonzalez A.	ONGD. Red de Muestreo	arreco@redmuestreo.org	98344430	
5	Mayra Figueroa Rodriguez	Plan. Regional del	mayra@redmuestreo.org	98344430	
6	PATRICIA SAGUOLA CACUZA	RMPARACAS	Patricia@RMPARACAS.org	944485343	
7	Tomar Santoro Tantaño	SERFOR	tomar@serfor.gob.pe	986558244	
8	Deyvi Espinoza Chavez	SERFOR	deyvi@serfor.gob.pe	98344430	
9	Armando Toranzo Pareda	DIRESA	armando@diresa.gob.pe	982591844	

Nº	NOMBRE Y APELLIDO	INSTITUCIÓN/ORGANIZACIÓN	CORREO ELECTRONICO	TELÉFONO	SEÑALA
10	Alexis Huamán Gubimb	IMARPE	huaman@imarpe.gob.pe	98301815	
14	Olivia Guante Pava	Mesa Redonda San Andrés	oliveguante@yahoo.com	98505560	
2	Patricia Alejandra de la Cruz	M.O.S.A.	patricia@mosa.gob.pe	98392124	
3	Tatiana Ruiz Guzmán	DEPESCO	tatiana@depesco.gob.pe	934 34550	
4	Francisco Antonio Soto Tigua	MD Phocas	francisco@mdphocas.gob.pe	98333130	
5	Wendy Franco Sandoz	Asesoría en agua	wendyfranco@gmail.com	93996120	
6	Miguel Angel Cerro de la Cruz	Asesoría en agua	miguelcerro@gmail.com	98399730	
7	Diana Góico Bustos	Humay Nature	diana@humaynature.com	98386192	
8	Javier Paredes Paredes	Asesoría	jparedes@aspep.org	98396600	

PROYECTO: "Catalizando la Implementación de un Programa de Acción Estratégico para la Gestión Sostenible de las Reservas Misioneras Weyu Compañeros en el Sistema de la Cuenca de Humboldt"

REGISTRO DE ASISTENCIA

Taller de capacitación sobre uso de índices de monitoreo de calidad ambiental en áreas marino-costeras
Muestras 07 de octubre 2019 - Auditorio de la Municipalidad Distrital de Páez

N°	NOMBRE Y APELLIDO	INSTITUCIÓN/ORGANIZACIÓN	CORREO ELECTRÓNICO	TELÉFONO	FIRMA
19	Franky María Quiroa Herrera	M. Provincial de Páez	municipal.municipal@gmail.com	9154102218	
20	Alejandro Tello Velazco	MPP	alejandro.tello@paez.gov.co	979473408	
21	Jorge Pineda de la Cruz	MPP	jorge.pineda@paez.gov.co	916303238	
22	Felipe Reyes Alvarado	MPP	---	959365579	
23	Isabel E. Muñoz Ariza	MPP	Isabel.E.Munoz.Ariza@gmail.com	947468222	
24	Emilysa Cruz Cordero	MPP	emilysa.cruz.cordero@gmail.com	915849416	
25	Leo Solano Aranda	MPP	---	9160913268	
26	Hugo Iván Márquez	MPP	---	984000226	
27	Samir Sánchez	MPP	---	916930117	

N°	NOMBRE Y APELLIDO	INSTITUCIÓN/ORGANIZACIÓN	CORREO ELECTRONICO	TELEFONO	FIRMA
18	Mario Correa	TERRA NUEVA	MarioCorrea300@gmail.com	969 240039	
19	Raulo Indio Vito	Terra Nueva	RauloIndioVito@gmail.com	969 240039	
20	Rosario Alcantara	TERRA NUEVA	RosarioAlcantara@gmail.com	969 240039	



PROYECTO: Catalizando la implementación de un Programa de Acción Estratégico para la Gestión Sostenible de los Recursos Marinos Vivos Compartidos en el Sistema de la Corriente de Humboldt

REGISTRO DE ASISTENCIA

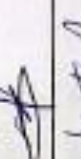
Reunión de presentación de resultados del análisis sobre viabilidad de implementación de Índice de Calidad Ambiental para la bahía de Paracas
24 de octubre de 2025, Laboratorio Costero de IMARPE Pisco

N°	NOMBRE Y APELLIDO	INSTITUCIÓN/ORGANIZACIÓN	CORREO ELECTRONICO/ TELEFONO	GENERO (M/F)	FIRMA
1	Aldo Corvino Rojas	ERM PERU S.A.	aldo.corvino@erm.com	M	
2	Diana Rodriguez	Pluspetrol	dianarodriguez@pluspetrol.net	F	
3	Frida Rodriguez P.	MINAM-DCSE	fridarez@minam.gob.pe	F	
4	Arturo Gonzales A.	DDUD PROV. HUMBOLDT II	arturo.gonzales@ddud.org	M	
5	America A Sanchez F.B	IMARPE	am.sanchez@imarpe.gob.pe	M	
6	Willy A. Hernandez Chirinos	SENASA - RNIP	wilberhdez@senam.gob.pe	M	
7	Ricardo Semery Vilchez	Terra Nueva	ricardosemery@terra-nueva.org	M	
8	Mano Correa Salazar	Terra Nueva	ManoCorrea@terra-nueva.org	M	
9	Nicole Rivera Pasos	Reserva Nacional de Paracas	n.p.rivera@hotmail.com	F	
10	Dora Catayana	Reserva Nacional de Paracas	catayana@reserva-paracas.org	M	

PROYECTO: Catalizando la implementación de un Programa de Acción Estratégico para la Gestión Sostenible de los Recursos Marinos Vivos Compartidos en el Sistema de la Corriente de Humboldt

REGISTRO DE ASISTENCIA

Reunión de presentación de resultados del análisis sobre viabilidad de implementación de Índice de Calidad Ambiental para la Bahía de Paracas
24 de octubre de 2025, Laboratorio Costero de IMARPE Pisco

N°	NOMBRE Y APELLIDO	INSTITUCIÓN/ORGANIZACIÓN	CORREO ELECTRONICO/ TELEFONO	GENERO (M/F)	FIRMA
11	Alejos Huaman Galindo	IMARPE	huaman@imarpe.gob.pe	M	
12	Alejos Pedro Sarmiento Padilla	Imarpe	hsarmiento@imarpe.gob.pe	M	
13	Elvis Roca Benito	IMARPE	eroca@imarpe.gob.pe	M	
14	Sara Quispe Cayamala	IMARPE	sqc@imarpe.gob.pe	M	
15	Diana Torres Acosta	ANILLO NUEVO	bdianatorres@anillo-nuevo.pe	F	
16	Juan Anguis Jenny	ANA	janguis@ana.gob.pe	F	
17	Alejos Delgado Chaparro Rojas	Puerto DE RANCAS	a.chaparro@puerto-rancas.gob.pe	M	
18	ALBERTO LORENZO PUTIZA	IMARPE	alorenzop@imarpe.gob.pe	M	

ANEXO 4: Actas de reuniones



INFORME REUNIÓN			
Proyecto	Catalizando la Implementación de un Programa de Acción Estratégico para la Gestión Sostenible de los Recursos Marinos Vivos Compartidos en el Sistema de la Corriente de Humboldt.		
Fecha	07 de Septiembre de 2023	Lugar: Auditorio De la Municipalidad Provincial de Pisco.	Localidad: Presencial
Hora	09:00 - 13:00		
Tema Central	TALLER DE CAPACITACIÓN SOBRE USO DE ÍNDICES DE MONITOREO DE CALIDAD AMBIENTAL EN ZONAS MARINO-COSTERAS		
Participantes	PROYECTO BINACIONAL CHILE-PERÚ: HUMBOLDT II: Arturo Gonzáles Araujo, Especialista Asociado en Biodiversidad. TERRA NUOVA PERÚ: Ricardo Jesús Jiménez Vélchez, Coordinador de equipo - Especialista Mario Correa, Especialista Rosario Alcantara, Terra Nuova SERFOR Blgo. Pedro Carlos Castillo, Blgo. Imoer Santana Tentaya GAP Blgo. Liliam Muñante Torres Puerto De Paracas Ing. Arturo Chaparro Rojas Reserva Nacional de Paracas Blgo. Patricia Saravia, Deyvi Chavez Dirección General de la Producción: Ing. Armando Jordan Parra IMARPE Blgo. Alexis Huamani Galindo APROPISCO Ing. Johana Ruiz Galindo, Javier Amoroto. Huarango Native Darwin Garcia Bautista Municipalidad de Pisco Área Ambiental: Frashmy Quispe Herrera		
Objetivos	Fortalecer las capacidades técnicas de los miembros del Comité de Gestión Local para el Manejo Integrado de la Zona Marino Costera Pisco – Paracas, en el uso de índices de monitoreo de calidad ambiental en la Bahía de Paracas.		
Principales conclusiones y acuerdos	El taller se desarrolló como parte del Proyecto “Catalizando la implementación de un Programa de Acción Estratégico para la Gestión Sostenible de los Recursos Marinos Vivos Compartidos en el Sistema de la Corriente de Humboldt (Humboldt II)”, implementado por el PNUD con cofinanciamiento del GEF y la participación de IMARPE, PRODUCE y otras entidades nacionales. Asistieron 14 participantes, representantes de instituciones públicas, privadas y sociedad civil, quienes aportaron observaciones y recomendaciones técnicas relevantes para la validación y sostenibilidad del índice de calidad ambiental. CONCLUSIONES: Se logró socializar la propuesta metodológica del ICA para la bahía de Paracas, recoger aportes técnicos de los actores locales y consensuar criterios para su aplicación. Asimismo, se consolidó el compromiso interinstitucional para fortalecer el monitoreo ambiental costero. ACUERDOS: Se programó una próxima reunión para el 24 de octubre de 2023, donde se presentará la evaluación e integración de los aportes del primer taller y los resultados de la viabilidad del índice de calidad ambiental para la bahía de Paracas.		



Anexos

- Presentación





INFORME REUNIÓN			
Proyecto	Catalizando la Implementación de un Programa de Acción Estratégico para la Gestión Sostenible de los Recursos Marinos Vivos Compartidos en el Sistema de la Corriente de Humboldt.		
Fecha	24 de Octubre de 2025	Lugar: IMARPE - Laboratorio Costero de Pisco	Modalidad: Presencial
Hora	09:00 - 12:00		
Tema Central	REUNIÓN DE TRABAJO PARA LA PRESENTACIÓN DEL RESULTADO DEL ANÁLISIS DE VIABILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN DE ÍNDICE DE CALIDAD PARA LA BAHÍA DE PARACAS.		
Participantes	PROYECTO BINACIONAL CHILE-PERÚ: HUMBOLDT II: Arturo González Arsujo, Especialista Asociado en Biodiversidad. MINAM: Frida Rodríguez, Especialista de la Dirección de Conservación. María del Carmen Quevedo, Dirección de Calidad Ambiental. IMARPE: Américo Sánchez Baca, Investigador científico. TERRA NUOVA PERÚ: Ricardo Jesús Jiménez Vilchez, Coordinador de equipo - Especialista Mario Correa, Especialista Diana Torres, Asistente Beatriz Alcantara, Terra Nuova		
Objetivos	Presentar los resultados de la evaluación de viabilidad de utilización de los índices (ICAM, IdSO u otros índices) en la gestión de los espacios marino-costeros para el ámbito de bahía Paracas y la Presentación del avance del desarrollo de un índice propio para la bahía de Paracas (planteamiento y sustento de la metodología, requisitos de información) y su análisis de viabilidad.		
Principales conclusiones y acuerdos	Se dio inicio la reunión con la presentación de cada uno de los participantes, para dar paso a la presentación del Plan de trabajo a cargo del Especialista el Ing. Mario Correa de la ONG Terranova a través de un PPT. Ante especialistas del IMARPE, ANA, MINAM, PLUSPETROL, Reserva Nacional de Paracas, RNIPG, y TERMINAL PORTUARIO. Quienes realizaron aportes y sugerencias que contribuirán a la mejora de la propuesta final del Índice de Calidad Ambiental para La Bahía de Paracas. CONCLUSIONES: - Asistieron 18 participantes, representantes de instituciones públicas, privadas, quienes realizaron aportes y sugerencias técnicas relevantes para una mejor propuesta del índice de calidad ambiental en la Bahía de Paracas. ACUERDOS: - Se recogiendo aportes y sugerencias técnicas de los especialistas que serán tomadas en cuenta en la construcción de la propuesta final del índice.		

Anexos

Registro fotográfico







- **Invitación a reunión**

Estimados y estimadas:

Sirva la presente para saludarlos cordialmente y a su vez convocarlos a una reunión de coordinación en el marco del servicio de consultoría para la elaboración de una propuesta de Índice de Calidad Ambiental para el ámbito de bahía Perceles. La reunión tiene como objetivo que el equipo consultor (TERRA HUOVA) presente el resultado del análisis de viabilidad de implementación de diversos índices de calidad para la bahía de Perceles, así como el desarrollo de un índice ad hoc (índice propio) para dicho ámbito y su viabilidad en función del tipo de información que se cuenta para este espacio.

La reunión se realizará este viernes 24 de octubre en las instalaciones del Laboratorio Costero de IMARPE Plazo desde las 8:45 horas hasta las 12:00 horas, de acuerdo con la programación preliminar siguiente:

Inicio	Fin	Responsable
8:45:00	9:15:00	Coordinador de la consultoría
9:15:00	9:45:00	Coordinador de la consultoría
9:45:00	10:15:00	Coordinador de la consultoría
10:15:00	10:45:00	Coordinador de la consultoría
10:45:00	11:15:00	Coordinador de la consultoría
11:15:00	11:45:00	Coordinador de la consultoría
11:45:00	12:00:00	Coordinador de la consultoría

Propuesta nota de prensa:

Tema: TALLER DE “CAPACITACIÓN SOBRE USO DE ÍNDICES DE MONITOREO DE CALIDAD AMBIENTAL EN ZONAS MARINO-COSTERAS”

Nombre del evento	Taller de capacitación sobre uso de índices de monitoreo de calidad ambiental en zonas marino-costeras
Nombre y breve descripción del desarrollo de la actividad	El taller se desarrolló como parte del Proyecto “Catalizando la implementación de un Programa de Acción Estratégico para la Gestión Sostenible de los Recursos Marinos Vivos Compartidos en el Sistema de la Corriente de Humboldt (Humboldt II)”, implementado por el PNUD con cofinanciamiento del GEF y la participación de IMARPE, PRODUCE y otras entidades nacionales. Su finalidad fue fortalecer las capacidades técnicas de los miembros del Comité de Gestión Local para el Manejo Integrado de la Zona Marino Costera Pisco–Paracas, mediante la presentación del marco normativo, parámetros ambientales y propuesta metodológica del Índice de Calidad Ambiental (ICA) para la bahía de Paracas.
Lugar, fecha y hora de realización de la actividad	Bahía de Paracas, provincia de Pisco, región Ica. Realizado el 7 de octubre de 2025, de 9:00 a. m. a 14:30 p. m.
Aliados en la organización o realización	Ministerio de la Producción (Viceministerio de Pesca y Acuicultura), Instituto del Mar del Perú (IMARPE), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Global Environment Facility (GEF), y Comité de Gestión Local Pisco–Paracas.
Número de participantes y calidad de su participación	Asistieron 30 participantes, representantes de instituciones públicas, privadas y sociedad civil, quienes aportaron observaciones y recomendaciones técnicas relevantes para la validación y sostenibilidad del índice de calidad ambiental.
Resultados obtenidos de la realización de la actividad	Se logró socializar la propuesta metodológica del ICA para la bahía de Paracas, recoger aportes técnicos de los actores locales y consensuar criterios para su aplicación. Asimismo, se consolidó el compromiso interinstitucional para fortalecer el monitoreo ambiental costero.
Perspectivas y tareas que se desprenden de la actividad	Se programó una próxima reunión para el 24 de octubre de 2025, donde se presentará la evaluación e integración de los aportes del primer taller y los resultados de la viabilidad del índice de calidad ambiental para la bahía de Paracas.
Materiales audiovisuales recogidos de la actividad	Fotografías del taller y lista de participación de los asistentes.

Propuesta nota de prensa:

Tema: REUNIÓN DE TRABAJO PARA LA PRESENTACIÓN DEL RESULTADO DEL ANÁLISIS DE VIABILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN DE ÍNDICE DE CALIDAD PARA LA BAHÍA DE PARACAS

Nombre del evento	REUNIÓN DE TRABAJO PARA LA PRESENTACIÓN DEL RESULTADO DEL ANÁLISIS DE VIABILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN DE ÍNDICE DE CALIDAD PARA LA BAHÍA DE PARACAS
Nombre y breve descripción del desarrollo de la actividad	La reunión de trabajo se desarrolló como parte del Proyecto “Catalizando la implementación de un Programa de Acción Estratégico para la Gestión Sostenible de los Recursos Marinos Vivos Compartidos en el Sistema de la Corriente de Humboldt (Humboldt II)”. Su finalidad fue la de presentar los resultados de la evaluación de viabilidad de utilización de los índices (ICAM, IdSO u otros índices) en la gestión de los espacios marino-costeros para el ámbito de bahía Paracas y la Presentación del avance del desarrollo de un índice propio para la bahía de Paracas (planteamiento y sustento de la metodología, requisitos de información) y su análisis de viabilidad, ante un panel de especialistas del IMARPE, ANA, Autoridad Local del Agua Pisco, APROPISCO, MINAM, PLUSPETROL, Reserva Nacional de Paracas, RNIIPG, TERMINAL PORTUARIO, TERRA NUOVA Y SANIPES, quienes realizaron aportes y sugerencias que contribuirá a la mejora de la propuesta final del Índice de Calidad Ambiental para La Bahía de Paracas.
Lugar, fecha y hora de realización de la actividad	IMARPE-Laboratorio Costero de Pisco (Paracas). Realizado el 24 de octubre de 2025, de 9:00 a. m. a 12:00 m.
Aliados en la organización o realización	Ministerio de la Producción (Viceministerio de Pesca y Acuicultura), Instituto del Mar del Perú (IMARPE), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Global Environment Facility (GEF), y Terra Nuova.
Número de participantes y calidad de su participación	Asistieron 18 participantes, representantes de instituciones públicas, privadas, quienes realizaron aportes y sugerencias técnicas relevantes para una mejor propuesta del índice de calidad ambiental en la Bahía de Paracas
Resultados obtenidos de la realización de la actividad	Se expuso los resultados del avance del índice de calidad ambiental en la Bahía de Paracas recogiendo aportes y sugerencias técnicas de los especialistas que serán tomadas en cuenta en la construcción de la propuesta final del índice. El índice constituye un instrumento importante que contribuye al objetivo Estratégico N°2 (Fortalecer la gobernanza para la adecuada gestión de la Zona Marino Costera) del Plan de Manejo Integrado de la Zona Marino Costera de la Provincia de Pisco. Y que también se alinea a la Política Nacional del Ambiente, aprobada mediante Decreto Supremo N.º 012-2009-MINAM), señalando como lineamientos de Política de los Ecosistemas Marino Costeros, entre otros, la de fortalecer la gestión integrada de las ZMC y sus recursos con un enfoque ecosistémico.
Materiales y audiovisuales recogidos de la actividad	Fotografías del taller. Lista de asistencia.



PROYECTO
HUMBOLDT II
HACIA LA SUSTENTABILIDAD DEL
GRAN ECOSISTEMA MARINO



PERÚ

Ministerio
de la Producción

