



PROYECTO
HUMBOLDT II
HACIA LA SUSTENTABILIDAD DEL
GRAN ECOSISTEMA MARINO



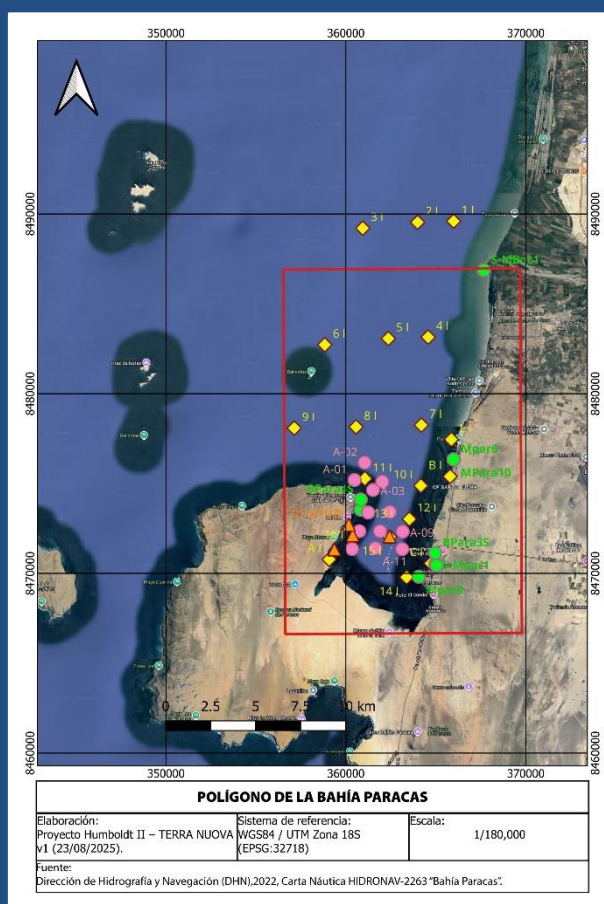
PERÚ

Ministerio
de la Producción



Informe Final consolidado (cuarto producto)

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, marzo 2026

Imagen: Proyecto Humboldt II – TERRA NUOVA

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. 2026. 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. Cuarto Producto. Informe Final Consolidado. 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. Informe Final consolidado (cuarto producto), 45 pp. + Anexos

Lima, 2026

TABLA DE CONTENIDO

Lista de imágenes	6
Lista de cuadros	6
Lista de acrónimos.....	6
1. RESUMEN EJECUTIVO	7
2. INTRODUCCIÓN	8
3. INFORME DE TALLER DE SOCIALIZACIÓN DE LA PROPUESTA DE ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LA BAHÍA PARACAS.....	9
3.1. INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO	9
3.2. DATOS GENERALES DEL EVENTO.....	9
3.3. OBJETIVOS DEL TALLER	9
3.4. DESARROLLO NARRATIVO Y SECUENCIAL DEL TALLER	9
3.5. Apertura y Contextualización (08:30h - 09:30h)	9
3.6. Presentación del Análisis Histórico y Propuesta Metodológica (09:30h - 11:30h)	10
3.7. Implementación Práctica y Sectorización de la Bahía (11:30h - 12:30h).....	10
3.8. Presentación de la Plataforma Tecnológica - SIG Ambiental (14:00h - 14:30h).....	10
3.9. Estrategia de Sensibilización y Apropiación Social (14:30h - 15:10h).....	10
3.10. CONCLUSIONES Y ACUERDOS PRINCIPALES	11
4. INFORME TÉCNICO DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA AMBIENTAL PARA EL SEGUIMIENTO DEL ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LA BAHÍA DE PARACAS CON DATOS DEL 2014 AL 2024.	12
4.1. Introducción y Arquitectura del Sistema	12
4.2. Requerimientos Técnicos y Entorno de Trabajo.....	12
4.3. Estructuración y Procesamiento Espacial (Fase de Gabinete).....	12
4.3.1. Georreferenciación y Vectorización Básica	12
4.3.2. Integración Multitemporal de Datos.....	13
4.3.3. Configuración de Simbología Semafórica y Reglas de Visualización	13
4.4. Despliegue en la Nube: Proceso de Publicación en QGIS Cloud	13
4.4.1. Configuración del Entorno de Conexión	13
4.4.2. Migración y Carga de la Base de Datos Espacial	13
4.4.3. Generación y Publicación de Servicios Web (WMS)	14
4.5. Funcionalidades del Visor Implementado (Interfaz de Usuario)	14
4.6. Protocolo de Actualización Continua.....	14

5. INFORME DE EVALUACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LA BAHÍA DE PARACAS, CON DATOS DEL 2014 AL 2024	16
5.1. Metodología de Análisis	16
5.2. Dinámica Espacio-Temporal de los Parámetros Físicoquímicos y Biológicos (2014-2024) 16	
5.2.1. Temperatura Superficial del Mar y Variación Térmica (ΔT).....	16
5.2.2. Oxígeno Disuelto (OD) y Potencial de Hidrógeno (pH)	17
5.2.3. Sólidos Suspendidos Totales (SST).....	17
5.2.4. Coliformes Termotolerantes y Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5).....	17
5.2.5. Contaminantes Químicos: Metales Pesados e Hidrocarburos.....	17
5.3. Evaluación Multitemporal del ICA y Caso de Estudio.....	18
5.3.1. Evaluación Multitemporal del ICA y Dinámica Semestral por Sector (2014-2024)....	18
5.3.1.1. Sector Norte (Zona de Amortiguamiento Oceanográfico)	18
5.3.1.2. Sector Chaco (Zona Turística y Urbana)	18
5.3.1.3. Sector Puerto (Zona Comercial-Acuicultura y Tráfico Marítimo)	18
5.3.1.4. Sector Centro (Zona Industrial y Pesquera)	19
5.3.2. Caso de Estudio: Impacto de ENSO en el Sector Centro.....	19
5.4. Análisis de floraciones algales entre 2015-2024	19
5.4.1. Análisis Cronológico de Floraciones Algales (2015 - 2024)	19
5.4.2. Análisis de Frecuencia y Concentración por Sector	20
3. Perfil Ecológico y Toxicológico de las Especies	21
5.4.3. Marco Normativo: Regulación Nacional e Internacional frente a Floraciones Algales Nocivas (FANs).....	22
5.4.3.1. Normatividad Nacional.....	22
5.4.3.2. Normatividad Internacional	22
5.4.4. FANs y el Fenómeno ENSO (El Niño Oscilación del Sur).....	23
6. INFORME DE SUSTENTO PARA LA RUTA DE APROBACIÓN DEL MECANISMO QUE FORMALICE EL USO DE LA INFORMACIÓN RESULTANTE DEL ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LA BAHÍA DE PARACAS, PARA LA GESTIÓN Y TOMA DE DECISIÓN QUE INCLUYA LA ESTRATEGIA DE SOSTENIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN FUTURA DEL ÍNDICE	24
Alternativa 1: Institucionalización Centralizada (Liderazgo IMARPE-MINAM)	24
Alternativa 2: Gobernanza Local Descentralizada (Liderazgo CGL-MIZCMC Pisco-Paracas)	25
Alternativa 3: Modelo Colaborativo Público-Privado (Fideicomiso/Comité de Gestión)..	25

Alternativa sugerida	26
Propuesta de Implementación: Sistema Colaborativo de Vigilancia Ambiental articulado al CGL-MIZCMC y la CAM Pisco	26
Sustento para la ruta de aprobación del mecanismo que formalice el uso de la información resultante del índice de calidad ambiental para la bahía de paracas y su estrategia de sostenibilidad	33
6.1. Gobernanza de Datos y Custodia de Credenciales de la Plataforma WebGIS	36
7. REPORTE DE REUNIONES DE COORDINACIÓN/TRABAJO CON LA CONTRAPARTE TÉCNICA, ESPECIALISTAS, REPRESENTANTES DE INSTITUCIONES PÚBLICAS O PRIVADAS, ENTRE OTROS	38
ANEXOS	39
ANEXO 1: Informe del taller	39
ANEXO 2: PPt	48
ANEXO 3: Implementación del Apalancamiento Público a través del Programa Presupuestal 0144 (PP 0144)	59
ANEXO 4: Nota de prensa	61

Lista de imágenes

Imagen 1. Diagrama de Flujo: Ciclo del Dato del ICA (Semestral)	29
Imagen 2. Diagrama de Flujo: Cronograma de Implementación (Hoja de Ruta).....	32

Lista de cuadros

Cuadro 1. Frecuencias y concentraciones por sector	21
Cuadro 2. Comparación de las 3 alternativas de mecanismo de formalización del uso del ICA	26
Cuadro 3. Escala del semáforo ICA.....	28
Cuadro 4. Actores y ejemplos de ámbito de uso del ICA	30

Lista de acrónimos

Acrónimo	Significado
A&G	Aceites y Grasas
ANA	Autoridad Nacional del Agua
APN	Autoridad Portuaria Nacional
CAM (CAM Pisco)	Comisión Ambiental de la Municipalidad Provincial de Pisco
CGL-MIZCMC	Comité de Gestión Local para el Plan de Manejo Integrado de la Zona Marino Costera
CTT	Coliformes Termo tolerantes
DHN	Dirección de Hidrografía y Navegación
DICAPI	Dirección General de Capitanías y Guardacostas
ECA	Estándar de Calidad Ambiental
HTP	Hidrocarburos Totales de Petróleo
ICA (ICAM)	Índice de Calidad de Aguas Marinas
IDSO/OHI	Índice de Salud del Océano (Ocean Health Index)
IMARPE	Instituto del Mar del Perú
LMP	Límites Máximos Permisibles
MINAM	Ministerio del Ambiente
OEFA	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
PMIZMC	Plan de Manejo Integrado de la Zona Marino Costera
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PRODUCE	Ministerio de la Producción
RNP	Reserva Nacional de Paracas
SANIPES	Autoridad Nacional de Sanidad e Inocuidad en Pesca y Acuicultura
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
SERNANP	Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado
SST	Sólidos Suspendidos Totales
TPP	Terminal Portuario de Paracas
TSM	Temperatura Superficial del Mar

1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento constituye el Informe Final Consolidado de la consultoría "Propuesta de Índice de Calidad Ambiental para el ámbito marino costero de la bahía de Paracas y mecanismo de implementación", desarrollada en el marco del Proyecto Humboldt II (PNUD, GEF). Su objetivo principal es dotar a las autoridades y actores locales de un instrumento técnico-científico que traduzca la compleja dinámica oceanográfica y antrópica de la bahía en una métrica clara y vinculante para la toma de decisiones.

El informe se estructura en cuatro componentes clave:

- **Socialización y Apropiación Institucional:** Se detallan los resultados del taller de presentación, donde autoridades (MINAM, OEFA, municipalidades), el sector productivo (empresas privadas, maricultores) y la sociedad civil validaron el Índice de Calidad Ambiental (ICA) como un mecanismo de alerta temprana, fiscalización dirigida y validación reputacional.
- **Implementación Tecnológica (SIG Ambiental):** Se describe la arquitectura, estructuración y despliegue en la nube (QGIS Cloud) del Sistema de Información Geográfica del ICA. Este visor web interactivo democratiza el acceso a la información, permitiendo evaluar el "semáforo ambiental" de la bahía de manera espacial.
- **Evaluación Multitemporal (2014-2024):** Se presenta un análisis técnico exhaustivo de la calidad del agua a lo largo de una década, sectorizando la bahía en cuatro zonas estratégicas: Norte (amortiguamiento), Chaco (turística/urbana), Puerto y Centro (industrial/pesquera). La evaluación examina el comportamiento de parámetros críticos como Oxígeno Disuelto, coliformes, metales pesados, y el impacto del fenómeno ENSO y las Floraciones Algales Nocivas (FANs) bajo el marco normativo nacional e internacional.
- **Estrategia de Sostenibilidad:** Para garantizar la viabilidad del índice a largo plazo, se propone una hoja de ruta logística y financiera que incluye la creación de un "Fondo Fiduciario de Monitoreo Compartido" (con aportes del sector privado) y su articulación con el Programa Presupuestal 0144 del Estado, coordinado semestralmente a través del Comité de Gestión Local y la CAM.

2. INTRODUCCIÓN

La bahía de Paracas representa uno de los ecosistemas marino-costeros más dinámicos y productivos del litoral peruano. Su riqueza biológica, impulsada por el sistema de afloramiento de la Corriente de Humboldt, sostiene actividades económicas cruciales como la pesca artesanal, la maricultura (extracción y cultivo de moluscos bivalvos), el turismo y la industria portuaria y de procesamiento pesquero. Sin embargo, la convergencia de estas múltiples presiones antrópicas, sumada a la vulnerabilidad climática frente a eventos oceanográficos extremos (como anomalías térmicas y floraciones algales), exige un monitoreo riguroso e integrado para evitar la degradación irreversible de sus hábitats.

Históricamente, la recopilación de datos de calidad de agua en la bahía ha estado fragmentada, dificultando que los tomadores de decisiones —desde autoridades fiscalizadoras hasta los propios maricultores y empresarios— cuenten con un panorama claro y oportuno sobre la salud del ecosistema. Para resolver esta brecha, el 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) priorizó el desarrollo del Índice de Calidad Ambiental (ICA) específico para este ámbito marino costero.

Este informe final consolidado presenta los resultados del diseño, evaluación técnica e implementación del ICA. A través de sus capítulos, el documento transita desde el análisis retrospectivo de la calidad ambiental de la última década (2014-2024), demostrando empíricamente cómo las variables fisicoquímicas, biológicas y toxicológicas interactúan en los diferentes sectores de la bahía. Asimismo, detalla la materialización de este índice mediante una plataforma tecnológica interactiva (SIG Ambiental) que facilita la visualización multitemporal de los datos.

Finalmente, reconociendo que ninguna herramienta analítica perdura sin un soporte institucional robusto, el documento trasciende el ámbito técnico para proponer un modelo de gobernanza. Se establecen mecanismos concretos de coordinación interinstitucional, estrategias de uso sectorizado de la información y un esquema de financiamiento mixto —como el Fondo Fiduciario de Monitoreo Compartido— destinados a institucionalizar el ICA. De este modo, la presente propuesta se consolida como un pilar fundamental para la planificación espacial marina, la sostenibilidad económica y la protección de la biodiversidad en la bahía de Paracas.

3. INFORME DE TALLER DE SOCIALIZACIÓN DE LA PROPUESTA DE ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LA BAHÍA PARACAS

3.1. INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO

En el marco 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" (Proyecto Humboldt II), respaldado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF) y el Ministerio de la Producción, se ha priorizado el desarrollo de instrumentos para el monitoreo de la calidad ambiental de ecosistemas marino-costeros.

La bahía de Paracas (Provincia de Pisco) fue seleccionada como ámbito de intervención prioritario debido a su alta complejidad y la convergencia de diversas actividades productivas (portuarias, pesqueras, turísticas y de conservación) que conviven con un sistema oceanográfico caracterizado por un intenso afloramiento costero. Para salvaguardar este entorno y sus valiosos recursos hidrobiológicos (como la concha de abanico, pulpo, caracol y macroalgas), se diseñó la propuesta del Índice de Calidad Ambiental (ICA), una herramienta que fue sometida a un riguroso proceso de socialización y validación a través del presente taller.

3.2. DATOS GENERALES DEL EVENTO

- **Fecha:** Viernes, 20 de febrero de 2026.
- **Lugar:** Auditorio del Hotel Casa Andina, Paracas, Pisco.
- **Horario:** 08:30 a.m. – 15:10 p.m.
- **Participantes:** El evento contó con una participación plural y representativa de aproximadamente 32 actores clave, incluyendo:
 - **Sector Público:** Ministerio del Ambiente (MINAM), investigadores del Instituto del Mar del Perú (IMARPE), representantes de la Municipalidad Provincial de Pisco (Ing. Mayra Figueroa) y funcionarios de las Municipalidades Distritales de Paracas y San Andrés.
 - **Sector Privado / Industrial:** Delegados corporativos de Pluspetrol y Minsur.
 - **Implementadores:** Equipo del Proyecto Humboldt II y el Equipo Consultor a cargo.

3.3. OBJETIVOS DEL TALLER

El taller se estructuró con tres objetivos fundamentales:

1. Presentar a los actores locales e institucionales la propuesta del Índice de Calidad Ambiental (ICA) para la bahía de Paracas, detallando su marco teórico, metodología de cálculo e interpretación.
2. Exponer los resultados del ejercicio de implementación del ICA y la sectorización estratégica de la bahía.
3. Presentar el Sistema de Información Geográfica (SIG) ambiental como la plataforma tecnológica idónea para el seguimiento continuo, la sostenibilidad, formalización y difusión ciudadana de los resultados.

3.4. DESARROLLO NARRATIVO Y SECUENCIAL DEL TALLER

La jornada se desarrolló de manera fluida y articulada, respetando los tiempos y bloques temáticos establecidos en la agenda oficial.

3.5. Apertura y Contextualización (08:30h - 09:30h)

El evento inició con el registro de asistentes, seguido de las palabras de bienvenida a cargo de la Ing. Mayra Figueroa en representación de la Municipalidad Provincial de Pisco y autoridades del Ministerio del Ambiente (IMARPE) e Instituto del Mar del Perú (IMARPE). A

continuación, el Especialista Asociado en Biodiversidad del Proyecto Humboldt II, Arturo Gonzáles Araujo, estableció el marco conceptual de la reunión. Explicó cómo la implementación del ICA responde directamente a la necesidad de mejorar la calidad ambiental costera mediante la gestión integrada de los ecosistemas y la Planificación Espacial Marina (PEM).

3.6. Presentación del Análisis Histórico y Propuesta Metodológica (09:30h - 11:30h)

Tras una ronda de presentación de los asistentes, el Equipo Consultor tomó la palabra para exponer los resultados de la recopilación, sistematización y análisis de la información histórica de calidad ambiental de la bahía, abarcando la década 2014-2024. Este análisis sirvió de línea base para introducir, tras una pausa para el café y la foto oficial, el núcleo técnico del taller: la propuesta del **Índice de Calidad Ambiental (ICA)**. Se detalló de manera didáctica el marco teórico que sostiene al índice y cómo su algoritmo matemático traduce múltiples variables oceanográficas y contaminantes en un semáforo ambiental de fácil comprensión para la toma de decisiones.

3.7. Implementación Práctica y Sectorización de la Bahía (11:30h - 12:30h)

En el siguiente bloque, se demostró que el ICA no es solo un modelo teórico, sino una herramienta aplicada. El Equipo Consultor presentó los resultados del ejercicio de implementación, destacando una estrategia de sectorización que divide la bahía de Paracas en cuatro grandes áreas de intervención, según sus dinámicas de presión antrópica:

1. La zona industrial pesquera.
2. El sector turístico y urbano de El Chaco.
3. Las áreas dedicadas a la maricultura (acuicultura).
4. El recinto portuario. Se evidenció cómo el índice permite transparentar los factores determinantes de cada sector, protegiendo así la biodiversidad y garantizando la supervivencia de especies emblemáticas.

3.8. Presentación de la Plataforma Tecnológica - SIG Ambiental (14:00h - 14:30h)

Tras el receso para el almuerzo, la sesión vespertina se enfocó en la sostenibilidad del proyecto. Se presentó el Sistema de Información Geográfica (SIG) ambiental. Se demostró en vivo cómo esta plataforma tecnológica alojará los resultados del ICA, permitiendo a las autoridades, empresas y ciudadanos visualizar mapas interactivos, consultar históricos y descargar reportes, garantizando así la accesibilidad, transparencia y actualización de los datos en el tiempo.

3.9. Estrategia de Sensibilización y Apropiación Social (14:30h - 15:10h)

El último componente presentado fue el plan de sensibilización, diseñado para asegurar la inserción real del ICA en la sociedad civil y el empresariado. Se expuso un mapeo estratégico dividiendo a los actores en tres grupos, abordando sus "dolores" y estableciendo "mensajes clave":

- **Grupo A (Tomadores de decisión / Nivel Político):** Alcaldes y gerentes. El ICA se presentó como su "escudo político", permitiéndoles basar sus decisiones de gobernanza y atracción de turismo en ciencia sólida.
- **Grupo B (Generadores de datos / Nivel Industrial):** Empresas como Pluspetrol, Minsur y el sector pesquero. El mensaje clave enfatizó que el ICA, validado por entidades como Instituto del Mar del Perú (IMARPE), es un "seguro de reputación" que avala sus buenas prácticas y reduce duplicidades de costos operativos.
- **Grupo C (Usuarios del recurso / Nivel Productivo-Social):** Pescadores artesanales, maricultores y operadores turísticos. Para ellos, el ICA funcionará como una "alerta

temprana" para evitar pérdidas de cosechas y respaldar sus exigencias de mejoras ambientales con evidencia probatoria.

3.10. CONCLUSIONES Y ACUERDOS PRINCIPALES

La socialización del ICA logró una aceptación positiva y unánime, evidenciada por la participación activa durante las rondas de preguntas y el cierre de la jornada. El cruce de intereses entre el sector público y el privado permitió consolidar los siguientes acuerdos y conclusiones:

1. **Aceptación y Valoración Unánime:** Los asistentes, desde investigadores de Instituto del Mar del Perú (IMARPE), hasta delegados corporativos, felicitaron la iniciativa y reconocieron el valor del ICA como un instrumento clave e innovador para articular esfuerzos y transparentar el estado de salud de la bahía.
2. **Respaldo Técnico y Político:** Se concluyó que el ICA trasciende lo académico para consolidarse como un respaldo técnico, normativo y político sólido, brindando a las autoridades locales (Municipalidades) una base científica irrefutable para la fiscalización, la planificación espacial y la toma de decisiones.
3. **Mecanismo de Alerta Temprana:** La herramienta fue reconocida como un sistema de alerta temprana indispensable. Para los gremios pesqueros y maricultores, esto significa la capacidad de anticiparse a crisis ambientales (como caídas de oxígeno o floraciones algales), protegiendo sus inversiones y la supervivencia de especies críticas como la concha de abanico.
4. **Validación Reputacional Corporativa:** Para el sector privado empresarial, la adopción y apoyo al ICA servirá como un mecanismo objetivo de validación de sus buenas prácticas operativas, mejorando su relacionamiento comunitario y fortaleciendo la confianza ciudadana ("licencia social para operar").
5. **Sostenibilidad Tecnológica a través del SIG:** Hubo consenso en que la plataforma del Sistema de Información Geográfica (SIG) ambiental es el medio óptimo y definitivo para garantizar la sostenibilidad temporal del ICA. La plataforma evitará que la herramienta quede obsoleta, facilitando la actualización de matrices, la articulación interinstitucional y el acceso democrático a la información por parte de toda la población civil.

4. INFORME TÉCNICO DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA AMBIENTAL PARA EL SEGUIMIENTO DEL ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LA BAHÍA DE PARACAS CON DATOS DEL 2014 AL 2024.

4.1. Introducción y Arquitectura del Sistema

El Sistema de Información Geográfica (SIG) ambiental para la Bahía de Paracas ha sido concebido como un Sistema de Soporte a la Decisión (DSS, por sus siglas en inglés) de carácter multitemporal. Su objetivo principal es espacializar y visualizar la evolución histórica del Índice de Calidad Ambiental (ICA) y sus parámetros fisicoquímicos asociados, abarcando una década de monitoreo continuo (2014-2024).

Para garantizar la interoperabilidad, escalabilidad y la independencia tecnológica frente a licenciamientos comerciales, la arquitectura del sistema se fundamenta en un ecosistema de código abierto (Open Source). El motor principal de geoprocесamiento es **QGIS en su versión 3.40**, complementado con la infraestructura de **QGIS Cloud** para el despliegue de los servicios de mapas web (Web Map Service - WMS) y alojamiento de bases de datos espaciales (PostGIS).

4.2. Requerimientos Técnicos y Entorno de Trabajo

La implementación del sistema requiere de especificaciones técnicas mínimas tanto a nivel de hardware como de software para asegurar un procesamiento fluido de la serie de tiempo:

- **Software de Escritorio:** QGIS v3.40.x (Release). Se eligió esta versión por sus mejoras en el motor de renderizado multitemporal y su estabilidad en la gestión de bases de datos geopaciales (GeoPackage).

Link (creación de GeoPackage):

https://www.bing.com/videos/riverview/relatedvideo?q=como+cargar+proyecto+en+qgis+cloud+3.40+&&mid=60342C5AE3C8C531988760342C5AE3C8C5319887&mmscn=mtsc&aps=88&mcid=AE2309B1E6E34AAE8275048A02683E0B&FORM=VMS_OVR

- **Sistema de Referencia de Coordenadas (CRS):** Todo el proyecto fue proyectado y estandarizado bajo el sistema WGS 84 / UTM zone 18S (EPSG: 32718), garantizando la precisión métrica en el cálculo de áreas y distancias dentro de la bahía.
- **Infraestructura Web:** Cuenta activa en la plataforma QGIS Cloud (qgiscloud.com) acoplada mediante el *QGIS Cloud Plugin* oficial.
- **Formato de Almacenamiento Estructural:** Transición de matrices tabulares (Excel/CSV) a formatos vectoriales estandarizados (Shapefiles - SHP y GeoPackage - GPKG) con soporte de metadatos topológicos.

4.3. Estructuración y Procesamiento Espacial (Fase de Gabinete)

La operativización del SIG en el entorno de escritorio QGIS 3.40 siguió un riguroso flujo de trabajo geográfico:

4.3.1. Georreferenciación y Vectorización Básica

El proceso inició con la ingesta de la base de datos oceanográfica tabular (2014-2024). Se utilizó la herramienta de *Añadir Capa de Texto Delimitado* para importar las coordenadas geográficas de las estaciones de monitoreo y materializarlas como entidades de tipo punto. Simultáneamente, utilizando herramientas de digitalización avanzada y reglas topológicas estrictas (evitando superposiciones o huecos), se

construyeron los polígonos correspondientes a los **cuatro sectores estratégicos** propuestos para la Bahía de Paracas.

4.3.2. Integración Multitemporal de Datos

Dado que el análisis abarca un periodo decenal con resolución semestral, se estructuró una base de datos relacional. Los valores del ICA y de los parámetros individuales (Oxígeno Disuelto, Coliformes Termotolerantes, etc.) de cada semestre se vincularon espacialmente a los polígonos sectoriales mediante la función Join (Uniones) de QGIS. Esto permitió que cada entidad espacial contuviera el registro histórico completo en su tabla de atributos.

4.3.3. Configuración de Simbología Semafórica y Reglas de Visualización

Se aplicó un motor de renderizado categorizado basado en el valor final del ICA. Se programó una paleta de colores semafórica estandarizada:

- **Azul:** Excelente (Condiciones prístinas).
- **Verde:** Bueno (Condiciones estables dentro de los ECA).
- **Amarillo:** Regular (Alerta temprana).
- **Naranja:** Malo (Impacto antrópico evidente).
- **Rojo:** Pésimo (Deterioro crítico del ecosistema).

Asimismo, se configuraron **Consultas Emergentes (Pop-ups)** mediante el lenguaje HTML dentro de las propiedades de la capa en QGIS, diseñando una ficha resumen que despliega dinámicamente el valor del ICA y los gráficos de barras de los parámetros críticos al interactuar con cada polígono.

4.4. Despliegue en la Nube: Proceso de Publicación en QGIS Cloud

La transición del modelo de datos local hacia una plataforma accesible remotamente por los gestores (MINAM, IMARPE) se ejecutó a través de QGIS Cloud. El protocolo de publicación constó de las siguientes fases:

4.4.1. Configuración del Entorno de Conexión

1. Desde el repositorio oficial de complementos de QGIS 3.40, se instaló el *QGIS Cloud Plugin*.
2. A través del panel del complemento, se autenticaron las credenciales de administrador y se generó una base de datos PostgreSQL/PostGIS remota, alojada en los servidores de QGIS Cloud.

Link de video de creación cuenta en QGIS Cloud:
<https://www.bing.com/videos/riverview/relatedvideo?q=como+crear+cuenta+qgis+cloud+3.40+&&mid=3063702C3AC71DC7FC473063702C3AC71DC7FC47&mmscn=mtsc&aps=60&mcid=18D82C8D040F49F8B90F70CCD9D959FD&FORM=VMSOVR>

4.4.2. Migración y Carga de la Base de Datos Espacial

En el panel del complemento, sección *Upload Data*, se procedió a cargar la totalidad de las capas vectoriales (polígonos de sectores con su carga multitemporal 2014-2024, estaciones de monitoreo y capas base complementarias como zonas acuícolas, ruta turística). El sistema en la nube absorbió la topología y transformó los shapefiles/geopackages locales en tablas relacionales robustas dentro de PostGIS.

4.4.3. Generación y Publicación de Servicios Web (WMS)

Una vez migrados los datos, se procedió a la sincronización del proyecto .qgz. QGIS Cloud generó automáticamente:

- Un **Web Map Service (WMS)** para la renderización de la cartografía.
- Un **Visor Web Interactivo** accesible mediante una URL pública y permanente.

Link de acceso (Ejemplo) :

https://qgiscloud.com/RicardoJimenez/Estaciones_ICA_Paracas/

Link para cargar um proyecto em QGIS Cloud:

<https://www.bing.com/videos/riverview/relatedvideo?q=como+cargar+proyecto+en+qgis+cloud+3.40+&&mid=76970A9D94AD757EEF176970A9D94AD757EEF1&mcid=DC16F0F94526408A881F45D19F5990F5&FORM=VRDGAR>

4.5. Funcionalidades del Visor Implementado (Interfaz de Usuario)

El resultado final es un portal WebGIS que permite a los tomadores de decisiones realizar consultas espaciales sin necesidad de software especializado. La interfaz ofrece:

- **Árbol de Capas Multitemporal:** Un panel lateral que permite activar y desactivar los resultados del ICA organizados por años y semestres (Ej. ICA_2014_Semestre1 hasta ICA_2024_Semestre2), facilitando la observación de la dinámica de dispersión de plumas de contaminación o zonas de recuperación.
- **Interacción Directa:** Capacidad de hacer clic sobre cualquier sector de la bahía en un año específico para desplegar la ficha técnica (Pop-up) con los valores exactos que justifican el color del ICA en ese momento temporal.

4.6. Protocolo de Actualización Continua

Para garantizar la sostenibilidad de la plataforma y su vigencia a largo plazo, el sistema ha sido diseñado bajo una arquitectura de fácil escalabilidad. Al consolidarse los resultados de laboratorio y campo de un nuevo semestre de monitoreo (por ejemplo, la campaña **2025-I**), el administrador del sistema deberá seguir este riguroso pero sencillo flujo de trabajo para actualizar el visor web:

Paso 1: Preparación del Entorno Local y Base de Datos

1. Consolidar los nuevos resultados del Índice de Calidad Ambiental (ICA) y sus parámetros fisicoquímicos en una matriz tabular estructurada (formato Excel .xlsx o .csv), asegurándose de mantener el mismo identificador (ID) de las estaciones o sectores que en los años anteriores.
2. Abrir el software **QGIS Desktop 3.40** y cargar el proyecto maestro local (archivo .qgz) que contiene la configuración base de la Bahía de Paracas.

Paso 2: Ingesta y Acoplamiento Espacial (Join)

1. Importar la nueva matriz tabular a QGIS utilizando la herramienta **Añadir capa de texto delimitado** (o arrastrando el archivo Excel al panel de capas).
2. Abrir las **Propiedades** de la capa vectorial principal (la capa de los sectores de la bahía).
3. Dirigirse a la pestaña **Uniones (Joins)** y crear una nueva unión utilizando el ID del sector como campo clave. Esto anexará temporalmente los datos del nuevo semestre (ej. ICA 2025-I) a los polígonos correspondientes.
4. Exportar o guardar los cambios en la capa vectorial para que los nuevos campos queden permanentemente grabados en la tabla de atributos (en el formato GeoPackage o shapefile de origen).

Paso 3: Actualización de Simbología y Fichas Técnicas

1. Duplicar la capa del semestre anterior en el panel de capas y renombrarla (ej. de ICA_2024_Semestre2 a ICA_2025_Semestre1).
2. En las **Propiedades** > **Simbología**, redirigir el valor de categorización hacia la nueva columna recién creada. Automáticamente, los polígonos adoptarán los colores de la paleta semafórica (Azul, Verde, Amarillo, Rojo) correspondientes a los nuevos valores.
3. Actualizar el código HTML de las Consultas Emergentes (Pop-ups) para que los gráficos de barras apunten a los datos de la nueva campaña.

Paso 4: Sincronización Remota mediante QGIS Cloud

1. Abrir el panel lateral del **QGIS Cloud Plugin** y verificar que la sesión de administrador esté iniciada en la pestaña *Account*.
2. Dirigirse a la pestaña **Upload Data** (Subir Datos).
3. En la lista de capas locales, identificar la capa de sectores recién actualizada. En lugar de subirla como un archivo nuevo, seleccionar la opción **Update** (Actualizar) o **Replace** (Reemplazar) en el menú desplegable junto a la capa.
4. Hacer clic en el botón de confirmación. El sistema subirá únicamente las modificaciones de la tabla de atributos, inyectando la nueva columna semestral directamente en la base de datos remota de PostGIS sin romper la topología existente.

Paso 5: Refresco del Visor Web (Publish)

1. Finalmente, dirigirse a la pestaña **Map** dentro del plugin de QGIS Cloud.
2. Hacer clic en **Publish Map** (Publicar Mapa) y luego en **Save** (Guardar). Ver video anterior.
3. Esta acción refrescará instantáneamente el Servicio de Mapas Web (WMS).

5. INFORME DE EVALUACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LA BAHÍA DE PARACAS, CON DATOS DEL 2014 AL 2024

La Bahía de Paracas representa un ecosistema marino-costero de alta complejidad oceanográfica y biológica, sujeto a una fuerte presión antrópica derivada de la convergencia de actividades industriales, pesqueras, acuícolas, portuarias y turísticas. La implementación del Índice de Calidad Ambiental (ICA) para este ecosistema constituye un hito crítico en la gestión ambiental moderna, permitiendo la consolidación algorítmica de grandes volúmenes de datos oceanográficos, fisicoquímicos e hidroquímicos en un valor numérico y semafórico estandarizado.

El presente informe detalla los resultados de la evaluación retrospectiva de la calidad del cuerpo receptor, utilizando una década de datos de monitoreo (2014-2024). Durante este periodo, la costa peruana experimentó una alta volatilidad climática, transitando por eventos cálidos extremos ("El Niño") y enfriamientos prolongados ("La Niña"). Según se observa en la pestaña "Matriz por sectores", se han integrado miles de registros históricos provenientes de Instituto del Mar del Perú (IMARPE), Autoridad Nacional del Agua (ANA), Autoridad Nacional de Sanidad e Inocuidad en Pesca y Acuicultura (SANIPES), PLUS PETROL, Terminal Portuario de Paracas (TPP) y OEFA, consolidando una matriz multitemporal que evalúa el estrés hídrico de la bahía con base en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA - Categoría 4: Conservación del ambiente acuático) y Límites Máximos Permisibles (LMP).

5.1. Metodología de Análisis

Para operativizar la evaluación y capturar la heterogeneidad espacial, la bahía fue zonificada en cuatro sectores estratégicos:

- **Sector Norte:** Zona de influencia mixta y de amortiguamiento oceanográfico.
- **Sector Centro (Industrial):** Zona caracterizada por una fuerte presencia de desembarcaderos pesqueros artesanales e industria de hidrocarburos y harina de pescado.
- **Sector Chaco:** Área predominantemente turística, de desarrollo urbano y pesca artesanal.
- **Sector Puerto:** Zona de alto tráfico marítimo pesado y actividades logístico-portuarias comerciales y de acuicultura.

La serie temporal de la matriz general fue analizada bajo dos enfoques principales:

1. **Análisis Semestral (Semestre 1 y Semestre 2):** Para capturar la variabilidad interanual cronológica (2014-2024) frente a eventos climáticos macro (ENSO).
2. **Análisis Estacional (Época de Calor vs. Época de Frío):** Para entender cómo la variabilidad térmica de la Temperatura Media Superficial Multianual (TMSM) altera la hidrodinámica y la tasa de dispersión de contaminantes.

5.2. Dinámica Espacio-Temporal de los Parámetros Fisicoquímicos y Biológicos (2014-2024)

El análisis detallado parámetro por parámetro revela cómo la interacción entre la variabilidad climática interanual y las descargas antrópicas definieron la calidad del agua en la última década:

5.2.1. Temperatura Superficial del Mar y Variación Térmica (ΔT)

La temperatura del mar en la bahía presentó marcadas oscilaciones, dictadas casi en su totalidad por la alternancia cronológica del fenómeno El Niño Oscilación del Sur (ENSO).

- **Comportamiento Multianual (T° media multianual):** El ciclo térmico natural (línea base) dicta valores mínimos en agosto (12.5 °C) y máximos hacia abril (22.5 °C).

- **Cronología de Anomalías (Temperatura):** * 2015-2017 (*El Niño Costero*): Se registraron eventos anómalos de estrés térmico severo. Durante el semestre 2018-1 (rezagos del calentamiento), el Sector Centro alcanzó un promedio de **25.75 °C**. Las anomalías cálidas incrementaron la estratificación termoclinal, suprimiendo la mezcla vertical.
 - 2020-2022 (*La Niña Prolongada*): Ocurrió un enfriamiento crónico. En 2022-2, el Sector Norte descendió hasta los **15.2 °C**, propiciando excelentes condiciones de afloramiento y oxigenación.
 - 2023-2024 (*Nuevo El Niño Costero*): Las temperaturas volvieron a escalar por encima de los 23 °C en toda la bahía.

5.2.2. Oxígeno Disuelto (OD) y Potencial de Hidrógeno (pH)

- **Oxígeno Disuelto (OD):** El ECA exige un límite mínimo referencial de **Δ 3.0 mg/L** para zonas marinas. En el semestre 2014-1 (condiciones neutras), el Sector Norte presentó hipoxia con 3.66 mg/L, rozando el límite normativo. Durante el evento "El Niño" de 2016-1, se registraron eventos de sobresaturación extrema en el Sector Centro (hasta **12.65 mg/L**). Esto es un indicador innegable de floraciones algales masivas (blooms) impulsadas por las altas temperaturas y la eutrofización, un fenómeno que posteriormente genera anoxia nocturna letal para el bentos.
- **Potencial de Hidrógeno (pH):** El ECA establece un rango óptimo de **6.8 a 8.5**. La bahía mantuvo su capacidad tampón, fluctuando históricamente entre 7.5 y 8.4 (ej. Sector Centro en 2016-2 con 8.48). Durante las fases de "La Niña" (2020-2022), las ligeras disminuciones del pH respondieron a la intensa surgencia natural de aguas subsuperficiales ricas en CO₂.

5.2.3. Sólidos Suspendidos Totales (SST)

- **Análisis de Turbidez (SST):** El ECA/LMP estipula un límite de **80 mg/L**. La data revela eventos críticos de enturbiamiento. Destaca un evento anómalo extremo post-Niño en el Sector Norte durante 2018-1, donde los SST alcanzaron los **91 mg/L** (incumplimiento normativo). Asimismo, el Sector Puerto reportó niveles altos recurrentes (ej. 78.6 mg/L) asociados al intenso tráfico de embarcaciones comerciales, lo cual limita la penetración fótica.

5.2.4. Coliformes Termotolerantes y Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)

- **Impacto Sanitario (Coliformes y DBO5):** La normativa ECA es sumamente estricta para Coliformes (**30 NMP/100 mL**) y DBO5 (**10 mg/L**). El parámetro microbiológico es el mayor pasivo ambiental de la bahía. En el Sector Norte (2018-1) se registró un pico catastrófico de **17,000 NMP/100 mL**, superando la norma por un factor de 566. Durante todos los veranos (época de calor), la saturación de los sistemas de saneamiento del Sector Chaco por la afluencia turística disparó crónicamente la carga bacteriana, manteniendo la DBO5 fluctuante entre 2 y 5 mg/L.

5.2.5. Contaminantes Químicos: Metales Pesados e Hidrocarburos

- **Metales Totales (Mercurio y Zinc):** El ECA establece límites de **0.0001 mg/L para Hg** y **0.081 mg/L para Zn**. Afortunadamente, no se evidencia toxicidad aguda en la década analizada. El mercurio se mantuvo en niveles marginales de detección (0.00007 mg/L) y el Zinc promedió entre 0.01 y 0.03 mg/L, cumpliendo cabalmente el ECA.
- **Hidrocarburos y Grasas (HTP y A & G):** El escenario de los hidrocarburos es crítico. El LMP para Aceites y Grasas es de **1 mg/L**, el cual fue superado en el Sector Centro durante 2016-2 (1.69 mg/L) y 2017-1 (2.59 mg/L). Peor aún, el límite normativo para Hidrocarburos Totales (HTP) es muy bajo (**0.007 mg/L**). La matriz evidencia que entre 2014 y 2016, los sectores Centro y Puerto registraron sistemáticamente **0.19 mg/L**, sobrepasando el ECA por un amplio margen. Este

goteo crónico por actividades portuarias representa un factor eco toxicológico constante.

5.3. Evaluación Multitemporal del ICA y Caso de Estudio

La integración de todas estas variables en el algoritmo del ICA traduce la química del agua en semáforos de gestión institucional.

5.3.1. Evaluación Multitemporal del ICA y Dinámica Semestral por Sector (2014-2024)

La integración de todas estas variables en el algoritmo del ICA traduce la química del agua en semáforos de gestión institucional. Para comprender las fluctuaciones de estos puntajes, es imperativo diseccionar el comportamiento de la bahía aislando las temporadas de calor (Semestre 1) y frío (Semestre 2) a lo largo de la última década.

5.3.1.1. Sector Norte (Zona de Amortiguamiento Oceanográfico)

- **Dinámica del Semestre 1 (2014-2024):** A pesar de los vacíos iniciales, la información consolidada demuestra que durante los primeros semestres (enero-junio), este sector se muestra sumamente vulnerable a las anomalías térmicas y a las corrientes que arrastran pasivos antrópicos desde la zona sur. El caso más crítico —y el primer año donde se cuenta con una radiografía química y biológica completa— ocurrió en el semestre **2018-1**. Allí se registró un colapso microbiológico con picos de **17,000 NMP/100 mL** de Coliformes (superando masivamente el ECA de 30 NMP) y un enturbiamiento anómalo con Sólidos Suspendidos Totales (SST) de **91 mg/L** (LMP = 80 mg/L). En los registros iniciales donde solo se midieron parámetros básicos (ej. 2014-1), la alta tasa de oxidación orgánica provocó caídas de Oxígeno Disuelto (OD) hasta los 3.66 mg/L, rozando el límite de hipoxia.
- **Dinámica del Semestre 2 (2014-2024):** En los segundos semestres (julio-diciembre), el sector experimenta una notable recuperación ecosistémica. El descenso de las temperaturas, exacerbado durante el prolongado evento "La Niña" (ej. 2022-2 con temperaturas de **15.2 °C**), reactiva la mezcla vertical de la columna de agua. Esta oxigenación natural (afloramiento) diluye drásticamente las cargas microbiológicas y estabiliza el pH, permitiendo que esta área cumpla su función ecológica como un verdadero amortiguador para la bahía.

5.3.1.2. Sector Chaco (Zona Turística y Urbana)

- **Dinámica del Semestre 1 (2014-2024):** El primer semestre representa la época de mayor estrés para el Chaco debido a la confluencia del verano y la alta afluencia turística. Históricamente, en esta ventana temporal, los sistemas de saneamiento local se saturan. Esto se refleja en un incremento sistemático de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), fluctuando entre 2 y 5 mg/L, y picos estacionales de Coliformes Fecales que exceden recurrentemente la capacidad de asimilación del medio marino.
- **Dinámica del Semestre 2 (2014-2024):** Durante la temporada baja y de frío, la presión antrópica disminuye radicalmente. Los niveles de Coliformes retroceden hacia la línea base normativa y la DBO5 se estabiliza por debajo de los 2 mg/L. Sin embargo, la constante actividad de la pesca artesanal mantiene ligeras fluctuaciones en la turbidez (SST), aunque sin llegar a niveles críticos.

5.3.1.3. Sector Puerto (Zona Comercial-Acuicultura y Tráfico Marítimo)

- **Dinámica del Semestre 1 (2014-2024):** La estacionalidad térmica tiene un impacto menor aquí, ya que el estrés es netamente industrial y mecánico. Durante los veranos, la mayor estratificación del agua agrava la retención de Hidrocarburos Totales de Petróleo (HTP) en la capa superficial, manteniendo valores crónicos en torno a los **0.19 mg/L**, muy por encima del restrictivo ECA (0.007 mg/L).

- **Dinámica del Semestre 2 (2014-2024):** En la época fría, el intenso cabotaje y las maniobras de buques de gran calado, sumados a los fuertes "Vientos Paracas", propician una alta resuspensión de sedimentos de fondo. Esto explica los promedios altos de SST (ej. 78.6 mg/L) que limitan la penetración de luz, afectando la productividad primaria béntica independientemente de la temperatura del agua.

5.3.1.4. Sector Centro (Zona Industrial y Pesquera)

- **Dinámica del Semestre 1 (2014-2024):** Es el escenario de mayor volatilidad termodinámica. Las anomalías cálidas de eventos "El Niño" (ej. 25.75 °C en 2018-1) actúan como catalizadores. Las altas temperaturas aceleran el metabolismo bacteriano y, sumadas a la carga de nutrientes de la industria de harina de pescado, detonan floraciones algales extremas (registrando un OD sobresaturado de **12.65 mg/L** en 2016-1). La termoclina bloquea la mezcla, reteniendo también altos niveles de Aceites y Grasas (2.59 mg/L en 2017-1).
- **Dinámica del Semestre 2 (2014-2024):** El enfriamiento invernal rompe la estratificación térmica. Las aguas profundas y frías emergen, dispersando mecánicamente los efluentes industriales acumulados en verano. Aunque la oxigenación mejora sustancialmente y los riesgos de hipoxia nocturna desaparecen, persisten trazas crónicas de hidrocarburos vinculadas a los desembarcaderos pesqueros.

5.3.2. Caso de Estudio: Impacto de ENSO en el Sector Centro

La serie cronológica demuestra la robustez algorítmica del ICA frente a la variabilidad oceánica:

- **Fases Cálidas ("El Niño" 2015-2017, 2023):** El ICA experimenta un decrecimiento agudo. Las anomalías térmicas (> 24°C) catalizan el metabolismo bacteriano, disparando el consumo de OD. La fuerte estratificación termoclinal actúa como una barrera que retiene hidrocarburos (HTP) y efluentes industriales en la capa superficial.
- **Fases Frías ("La Niña" 2020-2022):** El ICA se recupera notablemente. El fuerte descenso térmico (< 16 °C) desestabiliza la termoclina. Este fenómeno, sumado al estrés de los "Vientos Paracas", desencadena afloramientos. La intensa mezcla vertical oxigena la bahía y diluye mecánicamente los picos de SST, A&G y coliformes.

5.4. Análisis de floraciones algales entre 2015-2024

Luego del último taller se ha podido sistematizar información de floraciones algales entre el 2015 al 2024, información del Instituto del Mar del Perú (IMARPE). A continuación, se presenta un primer análisis y se adjunta en anexos virtuales el Excel correspondiente de la data sistematizada.

5.4.1. Análisis Cronológico de Floraciones Algales (2015 - 2024)

El comportamiento de los afloramientos en la bahía muestra una dominancia clara de dinoflagelados y rafidofíceas, con eventos que varían desde discretos cambios de coloración hasta incidencias con mortandad de fauna marina. A partir de los registros extraídos de los extremos temporales de la base de datos (se adjunta excel), se detalla la dinámica:

- **Año 2015 (Alta intensidad y dispersión):**
 - **Especies:** Dominancia inicial de *Heterosigma akashiwo* y posteriores brotes sucesivos de *Akashiwo sanguinea*.
 - **Concentraciones:** *H. akashiwo* alcanzó densidades extremas de hasta **32,340,000 Cel/L**. *A. sanguinea* fluctuó entre mínimos de 127,000 Cel/L y máximos de **8,270,000 Cel/L**.

- **Distribución:** El brote de *H. akashiwo* inició en Caucato y se extendió hasta San Andrés. Los eventos de *A. sanguinea* mostraron amplia distribución, iniciando en zonas de alta retención como Lobería y El Chaco, y finalizando recurrentemente en Atenas y la Zona Industrial Pesquera.
 - **Coloración:** Tonos marrón oscuro a marrón rojizo y rojo intenso.
 - **Mortandad:** No se reportó mortandad directa en estos registros iniciales, actuando principalmente como eventos de anoxia local u oscurecimiento de la columna de agua.
- **Año 2016 - 2023 (Fase de transición e intermitencia):**
 - Durante este periodo multianual (influenciado por la alternancia de eventos El Niño costero 2017 y La Niña prolongada), la bahía mantiene una memoria biológica (quistes de resistencia en los sedimentos) que detona floraciones estacionales de *A. sanguinea*, usualmente circunscritas a los meses de verano-otoño (febrero a abril), respondiendo a la estratificación térmica de la columna de agua.
- **Año 2024 (Reactivación de mortandad y diversidad tóxica):**
 - **Especies:** Resurgimiento agresivo de *Akashiwo sanguinea* y aparición focalizada de *Alexandrium ostenfeldii*.
 - **Concentraciones:** *A. sanguinea* registró picos de hasta **4,400,000 Cel/L** y **2,780,000 Cel/L**. *A. ostenfeldii* se presentó en densidades menores (640 a **35,840 Cel/L**), lo cual es crítico dado su potencial tóxico.
 - **Distribución:** Fuerte concentración en el Sector Puerto (Terminal Portuario Paracas, La Puntilla) y Sector Centro (Atenas, Zona industrial pesquera).
 - **Coloración:** Mosaico de colores desde verde turquesa (asociado a *Alexandrium*), hasta marrón claro, pardo rojizo y rojo intenso (asociado a *Akashiwo*).
 - **Mortandad:** Se reportó mortandad confirmada el 16 de abril de 2024 en La Puntilla durante una floración de *A. sanguinea* (1,710,000 Cel/L).

5.4.2. Análisis de Frecuencia y Concentración por Sector

Para este análisis, se han agrupado las estaciones de monitoreo reportadas en la matriz hacia los cuatro sectores oceanográficos de la bahía (Norte, Chaco, Centro, Puerto). El **Sector Centro** (que abarca Atenas y la Zona Industrial Pesquera) es el epicentro histórico de las floraciones algales, actuando como un área de retención donde la eutrofización antrópica y la termoclina estival crean un reactor biológico ideal.

Cuadro 1. Frecuencias y concentraciones por sector

Sector Oceanográfico	Frecuencia de Aparición (Nivel de Riesgo)	Rango de Concentraciones Típicas y Extremas (Cel/L)	Especies Dominantes Reportadas
Sector Centro (Atenas, Zona Industrial)	Alta (Epicentro de retención)	127,000 - 8,270,000 (Picos extremos constantes)	<i>Akashiwo sanguinea</i> , <i>Alexandrium ostenfeldii</i>
Sector Chaco (El Chaco, San Andrés)	Media-Alta (Zona de tránsito y descargas urbanas)	100,000 - 4,260,000	<i>Akashiwo sanguinea</i> , <i>Heterosigma akashiwo</i>
Sector Puerto (La Puntilla, Terminal Portuario de Paracas-TPP)	Media (Alta dispersión física, pero riesgo portuario)	1,000,000 - 2,780,000 (Eventos con mortandad)	<i>Akashiwo sanguinea</i>
Sector Norte (Caucato, Lobería, Isla Blanca)	Baja-Media (Amortiguamiento)	Eventos anómalos hasta 32,340,000 (Casos aislados)	<i>Heterosigma akashiwo</i> , <i>Akashiwo sanguinea</i>

3. Perfil Ecológico y Toxicológico de las Especies

Las especies identificadas en el Excel poseen metabolismos y mecanismos de impacto muy distintos, lo que explica por qué algunas floraciones masivas no causan mortandad, mientras que densidades bajas de otras especies sí pueden ser letales.

- ***Akashiwo sanguinea* (Dinoflagelado desnudo)**

- **Ecología:** Es una especie eurihalina y euritérmica, capaz de nadar verticalmente en la columna de agua para buscar nutrientes en el fondo y luz en la superficie. Genera las clásicas "mareas rojas" o pardo-rojizas.
- **Efectos:** No produce toxinas perjudiciales para el ser humano (no genera VPM ni VAM). Sin embargo, es letal para la fauna marina por dos vías mecánicas: 1) Hipoxia/Anoxia extrema al descomponerse su biomasa durante la noche, y 2) Producción de sustancias surfactantes (similares a jabones) que destruyen la impermeabilidad de las plumas de las aves marinas (causando hipotermia) y obstruyen las branquias de los peces (asfixia), lo que explica la mortandad reportada en abril de 2024.
- **Referencia:** Jessup, D. A., Miller, M. A., Ryan, J. P., Nevins, H. M., Kerkerling, H. A., Mekebri, A., Crane, D., Johnson, T. A., & Kudela, R. M. (2009). Mass stranding of marine birds caused by a surfactant-producing red tide. *PLoS ONE*, 4(2), e4550.

- ***Heterosigma akashiwo* (Rafidofícea)**

- **Ecología:** Microalga formadora de mareas marrones ("brown tides"). Tiene altas tasas de crecimiento en aguas superficiales cálidas y ricas en hierro o materia orgánica.
- **Efectos:** Es un organismo altamente ictiotóxico (tóxico para los peces). Aunque el mecanismo exacto sigue en debate, se atribuye a la producción de Especies Reactivas de Oxígeno (ROS, como peróxido de hidrógeno) y compuestos orgánicos volátiles que causan daño histológico masivo en el epitelio branquial de los peces, provocando muerte rápida por asfixia y fallo osmótico, siendo una amenaza letal para la acuicultura y pesca artesanal.
- **Referencia:** Smayda, T. J. (1998). Ecophysiology and bloom dynamics of *Heterosigma akashiwo* (Raphidophyceae). En D. M. Anderson, A. D. Cembella,

& G. M. Hallegraeff (Eds.), *Physiological Ecology of Harmful Algal Blooms* (pp. 113-131).

- **Alexandrium ostenfeldii (Dinoflagelado armado)**

- **Ecología:** Produce floraciones que pueden dar una coloración verde-turquesa o rojiza al agua. Sobrevive a condiciones adversas formando quistes bentónicos que reposan en los sedimentos de la bahía hasta que las condiciones son favorables.
- **Efectos:** Es una especie de enorme preocupación toxicológica. Es conocida mundialmente por producir una mezcla de toxinas paralizantes (Saxitoxinas - PSP) y espirolidas (toxinas macrocíclicas de acción rápida). Su presencia, incluso en bajas concentraciones (como las 35,840 Cel/L registradas en Atenas), es suficiente para bioacumularse en moluscos bivalvos (conchas de abanico, choros) y representar un riesgo directo de intoxicación alimentaria severa para los seres humanos.
- **Referencia:** Cembella, A. D., Bauder, A. G., Lewis, N. I., & Quilliam, M. A. (2001). Association of the gonyaulacoid dinoflagellate *Alexandrium ostenfeldii* with spirolide toxins in size-fractionated plankton. *Journal of Plankton Research*, 23(12), 1413-1419.

5.4.3. Marco Normativo: Regulación Nacional e Internacional frente a Floraciones Algas Nocivas (FANs)

5.4.3.1. Normatividad Nacional

Ministerio del Ambiente (MINAM) - D.S. N° 004-2017-MINAM (ECA Agua):

- **Categoría 4 (Conservación del Ambiente Acuático Marino):** Establece que el Oxígeno Disuelto (OD) nunca debe ser menor a **3.0 mg/L** para garantizar la supervivencia del bentos. Las anoxias post-floración registradas en la matriz violan sistemáticamente este estándar.
- **Categoría 2 (Extracción y Cultivo de Moluscos Bivalvos):** Exige un OD mayor a **4.0 mg/L**. La bahía de Paracas (Atenas) es zona de cultivo de concha de abanico (*Argopecten purpuratus*), por lo que caídas por debajo de este límite configuran un escenario de desastre económico para la maricultura.

SANIPES (Organismo Nacional de Sanidad Pesquera) - Norma Sanitaria D.S. N° 040-2001-PE y actualizaciones:

- Regula el "Programa de Control de Moluscos Bivalvos". La sola presencia de especies del género **Alexandrium (como A. ostenfeldii, detectado en abril de 2024 con 35,840 Cel/L)** activa los protocolos de alerta temprana. Si las toxinas en la carne del molusco superan los límites, SANIPES decreta el **Cierre Sanitario (Veda)** de la bahía para evitar intoxicaciones humanas.

5.4.3.2. Normatividad Internacional

OMS / FAO - Codex Alimentarius¹ (CXS 292-2008):

¹ El Codex Alimentarius (que en latín significa "Código Alimentario") es la colección oficial de normas, directrices y códigos de prácticas aprobados a nivel internacional en materia de alimentos, producción de alimentos y seguridad alimentaria. Fue establecido en 1963 por dos agencias de las Naciones Unidas. El Codex es la autoridad mundial que ha determinado que 80 µg de saxitoxina por cada 100 gramos de carne es el límite máximo que un cuerpo humano puede tolerar antes de sufrir parálisis respiratoria. Por ello, SANIPES en Perú vigila tan celosamente que las floraciones de *Alexandrium* no contaminen los cultivos, ya que sobrepasar el límite del Codex cierra automáticamente las puertas de exportación para el país.

- Es el estándar internacional para moluscos bivalvos vivos. Establece que el límite máximo de **Toxina Paralizante del Molusco (PSP)** —producida directamente por dinoflagelados como *Alexandrium*— no debe exceder los **80 µg de equivalentes de saxitoxina por 100 g de carne**. La detección de estas células en el Sector Centro de Paracas pone en riesgo las exportaciones peruanas a la Unión Europea y EE. UU.

Directiva Marco del Agua de la Unión Europea (WFD 2000/60/EC):

- Utiliza la abundancia de fitoplancton y la frecuencia de blooms algales como indicador principal del "Estado Ecológico". Concentraciones superiores a 1,000,000 Cel/L de especies disruptivas (como *Akashiwo sanguinea*) clasifican automáticamente a la masa de agua en un estado ecológico "Deficiente" o "Malo".

5.4.4. FANs y el Fenómeno ENSO (El Niño Oscilación del Sur)

El análisis de la matriz temporal demuestra que el "Umbral de Calor" ($\geq 23.0\text{ }^{\circ}\text{C}$) definido en el análisis anterior no es un fenómeno meteorológico local aislado, sino la firma oceanográfica directa de las fases cálidas del **ENSO (El Niño Costero y El Niño Global)** en el Pacífico Sudeste (Región Niño 1+2).

- **El Niño (2015-2017 y 2023-2024) - La Fase de Estratificación:**

Durante los eventos El Niño registrados en la matriz, el debilitamiento de los vientos alisios y el ingreso de Ondas Kelvin ecuatoriales deprimieron la termoclina en la costa peruana.

- *Efecto Físico:* El afloramiento costero (upwelling) de aguas profundas frías y ricas en oxígeno se bloqueó.
- *Efecto Biológico:* La columna de agua en Paracas se estratificó fuertemente. Esta "tapa térmica" acorraló los nutrientes locales (efluentes urbanos del Chaco y pesqueros del Centro), creando el caldo de cultivo que permitió a *H. akashiwo* alcanzar los 32.3 millones de Cel/L en 2015 y a *A. sanguinea* los 4.4 millones en 2024.

- **La Niña (2020-2022) - La Fase de Resiliencia:**

Durante la fase fría, las anomalías negativas (ΔT de hasta $-2.0\text{ }^{\circ}\text{C}$) y el reforzamiento del afloramiento mantuvieron la bahía oxigenada y turbulenta. En esta fase, los registros de FANs nocivas en la base de datos se desploman casi a cero, siendo reemplazados por diatomeas benéficas que sustentan la cadena trófica normal.

6. INFORME DE SUSTENTO PARA LA RUTA DE APROBACIÓN DEL MECANISMO QUE FORMALICE EL USO DE LA INFORMACIÓN RESULTANTE DEL ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL PARA LA BAHÍA DE PARACAS, PARA LA GESTIÓN Y TOMA DE DECISIÓN QUE INCLUYA LA ESTRATEGIA DE SOSTENIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN FUTURA DEL ÍNDICE

Como paso previo a la presentación del sustento para la ruta de aprobación del mecanismo de formalización del uso del ICA Paracas se presentan las 3 alternativas dadas en el producto 3 como contexto previo de referencia.

Previo a la presentación de las alternativas, es importante establecer estrategias transversales, es decir líneas de acción a considerar entre los actores, y procesos, que aseguren el uso permanente del ICA-Paracas. Así tenemos:

1. **Estandarización y Homologación de Protocolos** El análisis de la data muestra fuentes diversas (Instituto del Mar del Perú (IMARPE), ANA, Pluspetrol, Autoridad Nacional de Sanidad e Inocuidad en Pesca y Acuicultura (SANIPES), con metodologías distintas. Para que el ICA sea sostenible, se debe firmar un Protocolo único donde las instituciones proveedoras de información (empresas privadas y públicas) midan bajo los mismos estándares y en las mismas estaciones clave establecidas. Ello puede ser superado ya que la información proviene de instituciones reconocidas y supervisadas en su monitoreo y protocolos, lo que asegura la validez de la información proporcionada.
2. **Protección Normativa Local y Articulación a la ZMC** Aprovechar el espacio y la representatividad del Comité de Gestión Local para el manejo de la Zona Marino Costera Pisco-Paracas (CGL-MIZCMC), el cual se oficializa mediante Decreto de Alcaldía de la Municipalidad Provincial de Pisco. Se debe proponer una norma local específica que declare el ICA como "Instrumento Oficial de Vigilancia de la Bahía" y lo integre como indicador de desempeño clave dentro del Plan de Manejo Integrado de la Zona Marino Costera, obligando a su reporte semestral ante el CGL-MIZCMC y el Concejo Municipal.
3. **Monitoreo Participativo con Pescadores (proceso sugerido a mediano plazo)** De manera complementaria y a modo de sugerencia para cubrir las brechas de data (como las observadas en los años 2022-2023 en el sector Norte), se debe capacitar a las asociaciones de pescadores artesanales para la toma de muestras simples o vigilancia, integrándolos no solo como usuarios, sino como generadores de datos, aumentando la legitimidad social del índice.

Alternativa 1: Institucionalización Centralizada (Liderazgo IMARPE-MINAM)

Enfoque: Normativo y de alto nivel técnico, asegurando validez científica oficial.

- **Mecanismo:** Creación del "**Sub-módulo de Información de la Bahía de Paracas**" integrado al SINIA (Sistema Nacional de Información Ambiental), alimentado oficialmente por Instituto del Mar del Perú (IMARPE).
- **Acceso a la información:** Portal web público gestionado por IMARPE/MINAM, con acceso diferenciado (técnico vs. ciudadano).
- **Manejo de la información:**
 - **Instituto del Mar del Perú (IMARPE):** Valida científicamente la data y calcula el ICA semestralmente (siguiendo la metodología de análisis de componentes principales propuesta).
 - **Ministerio del Ambiente (MINAM-DGOTA):** Administra la plataforma y emite las alertas oficiales.
- **Uso de la información por actores:**

- *Fiscalizadores (OEFA/DICAPI)*: Para dirigir operativos sancionadores.
- *Industria*: Para cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) y certificaciones.
- **Capacidad Logística**: Presupuesto ordinario de Instituto del Mar del Perú (IMARPE) y MINAM. Se requiere convenio específico para asegurar partidas anuales fijas para los reactivos de laboratorio. También puede cada institución asegurar la ejecución del monitoreo programando los puntos requeridos en su programación anual.
- **Coordinación: Mesa Técnica Nacional.**
 - *Reunión Semestral*: Presentación del "Reporte de Estado de la Bahía" en Lima y Pisco, presidida por el Viceministerio de Gestión Ambiental (por ejemplo).

Alternativa 2: Gobernanza Local Descentralizada (Liderazgo CGL-MIZCMC Pisco-Paracas)

Enfoque: Empoderamiento local y gestión territorial, directamente vinculado al Plan de Manejo Integrado de la Zona Marino Costera (PMIZMC).

- **Mecanismo**: Inserción del ICA dentro de las funciones del Comité de Gestión Local para el manejo de la Zona Marino Costera Pisco-Paracas (CGL-MIZCMC), amparado en su respectivo Decreto de Alcaldía de la Municipalidad Provincial de Pisco y Ordenanza MP 021-2022.
- **Acceso a la información**: "Boletín del Semáforo de la Bahía" (físico y digital) difundido por el CGL-MIZCMC a través de la Municipalidad Provincial de Pisco y Distrital de Paracas.
- **Manejo de la información**:
 - **Secretaría Técnica del CGL-MIZCMC / Gerencia Ambiental**: Recopila los reportes de las empresas, sector público e Instituto del Mar del Perú (IMARPE).
 - **IMARPE (Sede Pisco)**: Asesor técnico del Comité que interpreta los datos para los actores locales.
- **Uso de la información por actores**:
 - **Municipio**: Para zonificación, licencias de funcionamiento y gestión de playas turísticas (Banderas azules).
 - **Turismo**: Para marketing de "Bahía Saludable".
- **Capacidad Logística**: Compartida. La Municipalidad facilita la articulación; las empresas locales y actores del ZMC apoyan en la gestión de muestreos puntuales.
- **Coordinación**: Sesiones ordinarias del CGL-MIZCMC.
 - **Reunión Semestral**: Exposición del estado del ICA ante el pleno del Comité de Gestión Local, sociedad civil y gremios.

Alternativa 3: Modelo Colaborativo Público-Privado (Fideicomiso/Comité de Gestión)

Enfoque: Sostenibilidad financiera y responsabilidad compartida.

- **Mecanismo**: Establecimiento del "Observatorio Multiactor de la Bahía de Paracas", formalizado mediante un Convenio de cooperación interinstitucional entre el Estado (IMARPE/MINAM), Privados (Pluspetrol, TPdP) y Academia/Sociedad Civil.
- **Acceso a la información**: Dashboard interactivo en tiempo real (o actualización trimestral) alojado en un servidor neutral.
- **Manejo de la información**:
 - **Comité Científico Mixto**: Representantes técnicos de las empresas y de Instituto del Mar del Perú (IMARPE), revisan la data antes de publicarla para evitar conflictos.
 - **Secretaría Rotativa**: Anualmente un actor diferente lidera la gestión administrativa.

- **Uso de la información por actores:**
 - **Maricultura (Sanipes/Pescadores):** Alertas tempranas para cosecha o veda ante cambios en el ICA.
 - **Empresas:** Reportes de Sostenibilidad y prevención de conflictos sociales.
- **Capacidad Logística:** Fondo Fiduciario o "Bolsa Común". Las empresas aportan al fondo para contratar un laboratorio tercero certificado (INACAL) que realice el monitoreo, bajo supervisión de IMARPE. Esto soluciona la falta de presupuesto estatal o brechas temporales.
- **Coordinación:** Foro de Sostenibilidad de Paracas.
 - **Reunión Semestral:** Taller de trabajo donde se definen acciones correctivas inmediatas.

Alternativa sugerida

A continuación, se muestra una comparación de las 3 alternativas y la sugerencia de selección propuesta.

Cuadro 2. Comparación de las 3 alternativas de mecanismo de formalización del uso del ICA

Característica	Alt 1: Institucional (IMARPE/MINAM)	Alt 2: Local (CGL-MIZCMC)	Alt 3: Colaborativa (Mixta)
Poder de decisión	Centralizado (Lima)	Local (CGL / Municipalidad)	Consensuado (Mesa Técnica)
Sostenibilidad Financiera	Depende de presupuesto público	Baja (Depende de voluntad política local)	Alta (Aporte privado/Fondo)
Legitimidad Social	Media (Técnica)	Alta (Participativa / PMIZMC)	Alta (Sectorial/Productiva)
Velocidad de Respuesta	Lenta (Burocrática)	Media	Rápida (Interés productivo)

Dado que ya existe un **Plan de Manejo Integrado de la ZMC** y un **Comité de Gestión Local (CGL-MIZCMC)** plenamente activo y oficializado por Decreto de Alcaldía, la opción más viable es una fusión de la **Alternativa 3 (Modelo Colaborativo) estructurada legalmente sobre la plataforma de la Alternativa 2 (CGL-MIZCMC)**. Esto permite utilizar los recursos y dinamismo del sector privado para la logística (muestreo) mientras se mantiene la gobernanza pública, formal y vinculante a través del espacio multisectorial oficial de la provincia de Pisco.

Propuesta de Implementación: Sistema Colaborativo de Vigilancia Ambiental articulado al CGL-MIZCMC y la CAM Pisco

1. Marco institucional y legal

Para asegurar que la propuesta sea vinculante y no dependa únicamente de la buena voluntad, el mecanismo se debe anclar legalmente aprovechando la actual ventana de oportunidad de actualización del Sistema Local de Gestión Ambiental (SLGA) de la provincia.

- **Entidades Rectoras Articuladas:** La Comisión Ambiental Municipal (CAM) de Pisco (como instancia normativa del SLGA) y el Comité de Gestión Local para el manejo de la Zona Marino Costera Pisco-Paracas (CGL-MIZCMC) (como instancia operativa).
- **Base Legal:** * Decreto Supremo N° 014-2024-MINAM (Reglamento de la Ley Marco del SNGA).

- Acta N° 001-2025-CAM-PISCO (que aprueba la adecuación de la CAM al nuevo D.S. y la actualización de su Matriz de Actores).
- Decreto de Alcaldía de la Municipalidad Provincial de Pisco que oficializa el CGL-MIZCMC y los lineamientos del Plan de Manejo Integrado de la ZMC Pisco.
- **Figura Administrativa:** Creación del "**Grupo de Trabajo Técnico del ICA (GTV-ICA)**" en el seno del CGL-MIZCMC, validado por la CAM. Las normas del SNGA permiten a estos comités crear grupos técnicos especializados con los actores pertinentes para operativizar el PMIZMC.

2. Estructura operativa del mecanismo (Grupo Técnico del ICA - CGL)

Este Grupo Técnico dentro del CGL-MIZCMC será el órgano ejecutor y estará conformado por tres estamentos con roles diferenciados para asegurar el "Balance de Poderes":

A. Estamento Científico (Validación y Cálculo)

- **Líder:** IMARPE (Laboratorio Costero de Pisco).
- **Miembros:** ANA (Autoridad Nacional del Agua), Autoridad Nacional de Sanidad e Inocuidad en Pesca y Acuicultura (SANIPES).
- **Función:** No deciden políticas, sino que garantizan el rigor y la veracidad del dato. Son los únicos autorizados para calcular el ICA final usando los algoritmos definidos.

B. Estamento de Gestión (Decisión y Difusión)

- **Líder:** Secretaría Técnica de la CAM / CGL-MIZCMC (Municipalidad Provincial de Pisco) y Municipalidad Distrital de Paracas.
- **Apoyo:** MINAM (Dirección General de Calidad Ambiental - DGOTA).
- **Función:** Reciben el reporte técnico en las sesiones del Comité y lo traducen en actos administrativos (ordenanzas), acuerdos del CGL, alertas o regulaciones locales.

C. Estamento Logístico (Soporte y Financiamiento)

- **Miembros:** Sector Privado (miembros del CGL como Pluspetrol, Terminal Portuario Paracas, APRO Pisco) y Gremios de Pescadores/Maricultores.
- **Función:** Proveer la data de sus monitoreos obligatorios (ECAs) y financiar solidariamente los vacíos de información (puntos ciegos o reactivos faltantes).

3. Gestión y flujo de la información (Ciclo del dato)

Se propone un ciclo semestral sincronizado con las sesiones del CGL-MIZCMC y la variabilidad oceanográfica (verano/invierno).

Paso 1: Homologación y Estandarización (Mes 1)

- **Acción:** El CGL-MIZCMC aprueba el "Protocolo Único de Monitoreo de la Bahía de Paracas".
- **Detalle:** Todas las empresas privadas y entidades públicas deben alinear sus TDRs de monitoreo para medir los parámetros del ICA bajo normas ISO/INACAL en fechas sincronizadas.

Paso 2: Centralización de la Data (Mes 2 y 3)

- **Mecanismo:** Creación del Repositorio Digital de la Bahía (RDB) administrado por el CGL y vinculado al SINIA.
- **Innovación:** Los laboratorios acreditados suben la data "cruda" (.csv o Excel) directamente a este repositorio seguro, con copia al IMARPE. Esto reduce la burocracia y la manipulación de datos.

Paso 3: Procesamiento y Cálculo (Mes 4)

- **Responsable:** IMARPE Pisco.
- **Acción:** Ejecuta el algoritmo del ICA. Si la data es insuficiente, se coordina con el estamento logístico del CGL para realizar un muestreo complementario rápido.
- **Producto:** Informe Técnico "Estado de Salud de la Bahía".

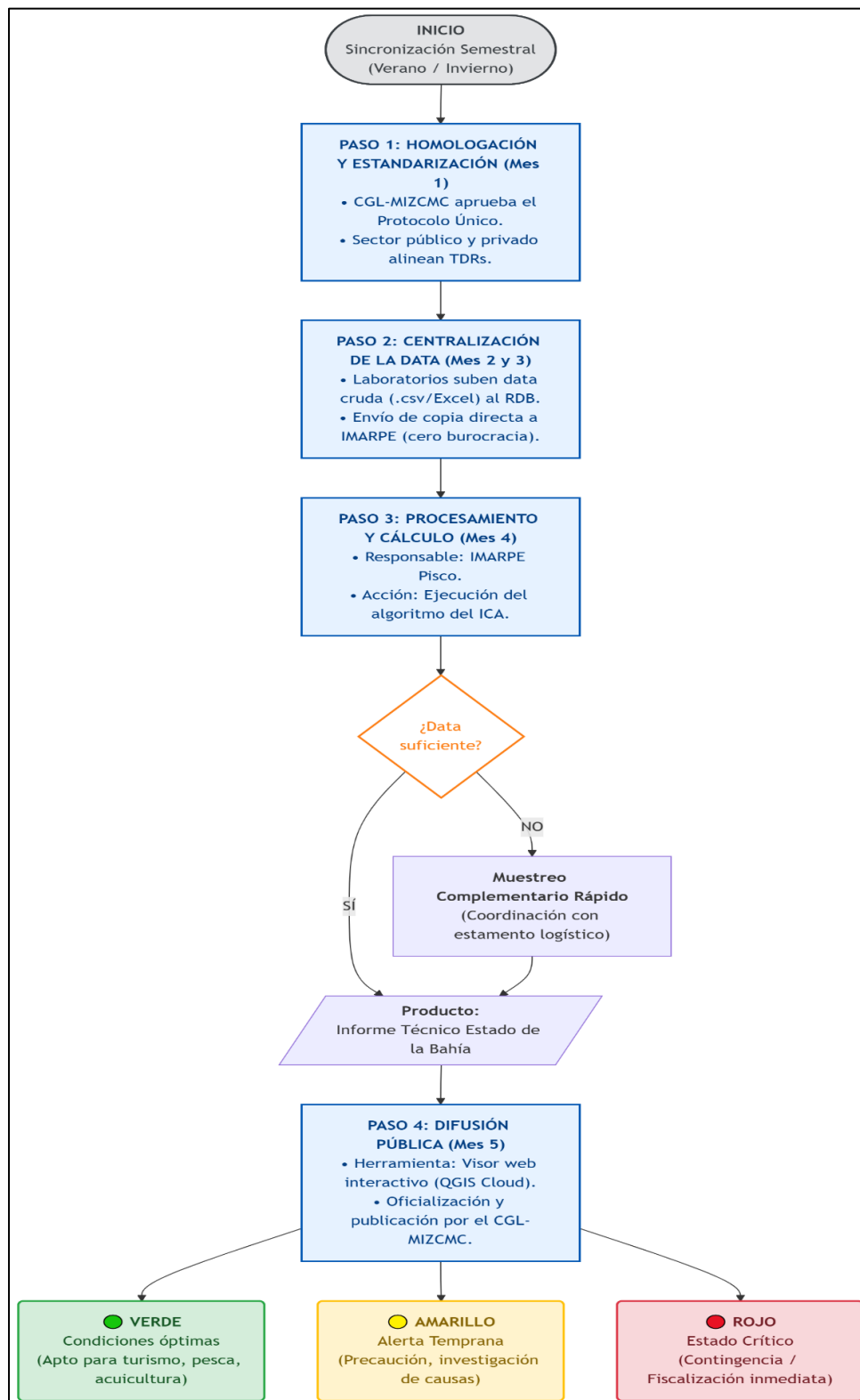
Paso 4: Difusión Pública (Mes 5)

- **Herramienta:** El "Semáforo Ambiental de Paracas" (Desplegado en el visor web interactivo QGIS Cloud).
- Se presentará como acuerdo oficial en sesión del CGL-MIZCMC y se publicará en paneles físicos y portales web municipales.

Cuadro 3. Escala del semáforo ICA

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

Imagen 1. Diagrama de Flujo: Ciclo del Dato del ICA (Semestral)



4. Estrategia de uso de la información por actores

Para que el índice sea útil, cada actor del CGL-MIZCMC (y los nuevos identificados en la Matriz de la CAM) debe saber qué hacer con el resultado.

Cuadro 4. Actores y ejemplos de ámbito de uso del ICA

Actor	Uso del Resultado del ICA	Acción Concreta Sugerida
MINAM / OEFA	Fiscalización Dirigida	Si el ICA muestra "Rojo" en Hidrocarburos en la zona industrial, OEFA prioriza sus supervisiones inopinadas en ese sector específico, optimizando recursos.
Municipalidad de Paracas / Pisco	Gestión Turística y Territorial	Si el ICA es "Verde" en balnearios, usa el reporte para renovar certificaciones como "Bandera Azul" o sellos de turismo seguro, atrayendo visitantes.
Maricultores / Autoridad Nacional de Sanidad e Inocuidad en Pesca y Acuicultura (SANIPES)	Producción Segura	Si el ICA muestra tendencia a la baja en Oxígeno (anoxia), SANIPES alerta a los maricultores para cosechar anticipadamente o mover líneas de cultivo.
Empresas Privadas	Reputación y RSE	Usan el ICA "Verde" o "Estable" en sus reportes de Sostenibilidad (ESG) para demostrar a inversionistas y comunidad que sus operaciones no degradan la bahía.
DIRESA / Hospital San Juan de Dios	Vigilancia Epidemiológica	Cruzan la data de picos de "Coliformes" del ICA en el Sector Chaco con los casos clínicos de enfermedades diarreicas agudas (EDA) para emitir alertas sanitarias en verano.

5. Capacidad logística y financiera (Sostenibilidad)

Siendo este aspecto un punto crítico (el Estado a veces carece de reactivos o combustible, mientras la empresa privada tiene recursos, pero necesita transparencia), se propone un mecanismo mixto:

Propuesta: El "Fondo Fiduciario de Monitoreo Compartido" + "Programa Presupuestal 0144"

En lugar de que cada empresa gaste en sus monitoreos aislados (que a veces se superponen), se propone optimizar dentro del marco del Comité:

1. **Las empresas mantienen sus monitoreos legales obligatorios (ECAs).**
2. **Para los puntos "huérfanos", el CGL-MIZCMC promueve una Bolsa Común o Fondo Privado.**
3. **Aporte Privado:** Las empresas líderes aportan una cuota anual al fondo administrado por un tercero neutral (ej. una ONG local o administración directa vía convenio con IMARPE) específicamente para comprar reactivos y pagar análisis de laboratorio.
4. **Contrapartida Pública (Institucionalización):** La Municipalidad Provincial y el GORE Ica articulan sus gastos logísticos (embarcaciones, personal de campo de IMARPE/DICAPI) a través de metas específicas del **Programa Presupuestal 0144 (Conservación y uso**

sostenible de ecosistemas marinos y costeros) del MEF, "blindando" el presupuesto estatal año a año.

6. Mecanismo de coordinación: Reunión semestral del CGL-MIZCMC / CAM

Se establece la obligatoriedad de presentar los resultados en el marco de las sesiones conjuntas del Comité de Gestión Local y la CAM:

A. La Sesión de Trabajo Técnico (Cerrada - Marzo/Agosto)

- **Participantes:** Solo el Grupo Técnico de Trabajo del ICA (IMARPE, Jefes de Medio Ambiente de empresas, SANIPES).
- **Objetivo:** "Validación Técnica Interna y Control de Calidad". Revisar la data antes de publicarla, discutir anomalías técnicas y validar el cálculo del ICA.

B. La Asamblea del CGL-MIZCMC (Abierta - Abril/Setiembre)

- **Lugar:** Rotativo según los miembros del CGL.
- **Agenda:**
 1. Presentación oficial del Semáforo Ambiental interactivo (Resultado del ICA) a todos los actores de la bahía y sociedad civil.
 2. Panel de compromisos: "¿Qué haremos este semestre para mejorar según el Plan de Manejo de la ZMC?".
 3. Firma del acta de sesión con compromisos correctivos articulados.

7. Cronograma de implementación (Hoja de Ruta)

Corto Plazo (0-3 meses):

- Inclusión del ICA Paracas en la "Hoja de ruta del Sistema Local de Gestión Ambiental" aprobada por la CAM (Acta 001-2025).
- Aprobación en Sesión del CGL-MIZCMC para la conformación del "Grupo de Trabajo Técnico del ICA" como brazo ejecutor de monitoreo.
- Primera reunión de homologación de protocolos (MINAM-IMARPE-Empresas) y estandarización de la información.

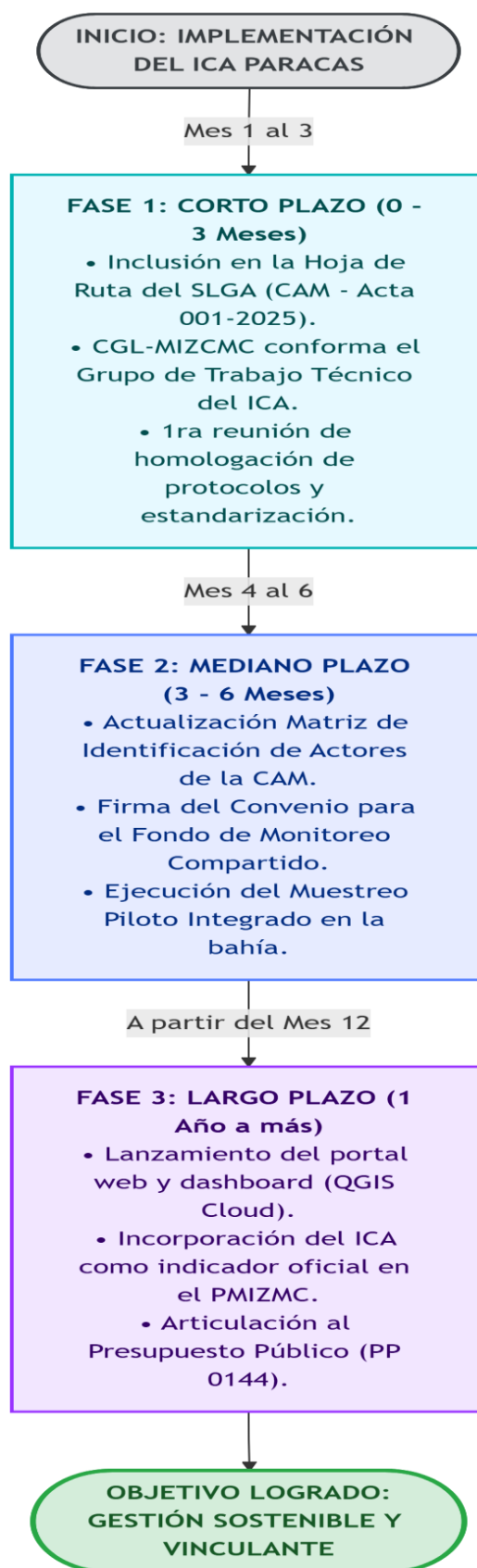
Mediano Plazo (3-6 meses):

- Actualización de la Matriz de Identificación de Actores de la CAM para formalizar los roles operativos del ICA.
- Firma del Convenio de Cooperación Interinstitucional para el "Fondo de Monitoreo Compartido de la ZMC".
- Ejecución del "Muestreo Piloto Integrado" coordinado desde el Comité.

Largo Plazo (1 año +):

- Lanzamiento del portal web y el dashboard (QGIS Cloud) enlazado a las webs de la Municipalidad y MINAM.
- Incorporación definitiva del ICA como el indicador oficial de cumplimiento ambiental dentro del PMIZMC y articulado al Presupuesto Público (PP 0144).

Imagen 2. Diagrama de Flujo: Cronograma de Implementación (Hoja de Ruta)



Sustento para la ruta de aprobación del mecanismo que formalice el uso de la información resultante del índice de calidad ambiental para la bahía de paracas y su estrategia de sostenibilidad

1. Introducción y Justificación Técnico-Legal

El diseño y cálculo del Índice de Calidad Ambiental (ICA) para la Bahía de Paracas y su despliegue en un Sistema de Información Geográfica (SIG) multitemporal demuestran la viabilidad científica y tecnológica de monitorear el ecosistema marino-costero. Sin embargo, para que el ICA Paracas deje de ser un insumo de consultoría y se consolide como una **herramienta vinculante de política pública**, requiere de un anclaje institucional sólido.

El presente informe sustenta la ruta administrativa y legal para la oficialización de este índice. Se toma como pilar fundamental el **Sistema Nacional de Gestión Ambiental (SNGA)** y la reciente actualización normativa a través del **Decreto Supremo N° 014-2024-MINAM** (Reglamento de la Ley N° 28245, Ley Marco del SNGA). Este contexto normativo exige a los gobiernos locales actualizar sus instrumentos, brindando la oportunidad idónea para integrar el ICA como el indicador oficial para la vigilancia de la zona marino-costera de la provincia de Pisco.

2. Sustento de la Ruta de Aprobación Institucional

La formalización del ICA no debe crear nueva burocracia, sino empoderar los espacios de gobernanza existentes. Por ello, el sustento legal recae en la sinergia entre dos plataformas: la **Comisión Ambiental Municipal (CAM) de Pisco** y el **Comité de Gestión Local de la Zona Marino Costera (CGL-MIZCMC)**.

2.1. Sustento Normativo

De acuerdo con el **Acta N° 001-2025-CAM-PISCO** (junio de 2025), la CAM de Pisco ha aprobado la "Hoja de ruta del Sistema Local de Gestión Ambiental" para adecuarse al D.S. N° 014-2024-MINAM. En este proceso, que incluye la elaboración de una nueva Matriz de Identificación de Actores en un plazo de dos años, se justifica plenamente la inclusión del ICA Paracas como el instrumento técnico oficial de medición de calidad de agua dentro del SLGA.

2.2. Ruta de Aprobación

Para lograr la oficialización vinculante, se plantea el siguiente flujograma administrativo:

Paso 1: Presentación y Validación Técnica en el CGL-MIZCMC y la CAM Pisco. Exposición de la metodología del ICA Paracas y la plataforma QGIS Cloud ante el pleno de la CAM y el CGL-MIZCMC (donde participan actores clave validados como la Autoridad Local del Agua - ALA Pisco, SANIPES, IMARPE, la RNSIIPG y el sector privado portuario/industrial).

Paso 2: Creación del "Grupo Técnico de Vigilancia del ICA" (GTV-ICA). La Secretaría Técnica de la CAM propone la creación formal de este Grupo de Trabajo Especializado, amparándose en la facultad que le otorga el reglamento del SNGA. Este grupo será liderado técnicamente por el IMARPE (Laboratorio Costero de Pisco).

Paso 3: Emisión del Dictamen Favorable. La CAM Pisco y el CGL-MIZCMC emiten un dictamen conjunto y un Acta de Acuerdos recomendando al Concejo Municipal la adopción del índice.

Paso 4: Promulgación de la Ordenanza Municipal (MPP). El Concejo de la Municipalidad Provincial de Pisco aprueba una **Ordenanza Municipal** que:

1. Reconoce al ICA Paracas como el indicador oficial del estado del ecosistema dentro del Plan de Manejo Integrado de la ZMC.
2. Dispone la obligatoriedad de la publicación semestral del "Semáforo Ambiental de Paracas".

3. Estrategia Integral de Sostenibilidad para la Implementación Futura

Para asegurar la operatividad permanente del Índice a mediano y largo plazo, la estrategia de sostenibilidad se estructura en cuatro dimensiones críticas:

3.1. Sostenibilidad Institucional (Gobernanza)

- **Integración en el PMIZMC:** El cálculo del ICA se establecerá como el indicador de cumplimiento de los objetivos estratégicos del Plan de Manejo Integrado de la Zona Marino Costera de Pisco.
- **Actualización de la Matriz de Actores:** Aprovechando el acuerdo de la CAM de Pisco (Acta 001-2025), se asignarán roles específicos a los nuevos miembros. Por ejemplo, la DIRESA/Hospital San Juan de Dios para cruzar datos de morbilidad por enfermedades diarreicas (Sector Chaco) con los picos de Coliformes detectados por el ICA.

3.2. Sostenibilidad Financiera (Mecanismo Mixto)

El costo de reactivos, logística marítima y mantenimiento de servidores (QGIS Cloud) no puede depender de un solo actor.

- **Apalancamiento Público (PP 0144):** La Municipalidad Provincial de Pisco y el Gobierno Regional de Ica deben programar en su Plan Operativo Institucional (POI) una meta presupuestaria vinculada al Programa Presupuestal 0144 ("Conservación y uso sostenible de ecosistemas marinos y costeros"). **En anexo se adjunta la propuesta de los pasos para la implementación de PP 0144.**
- **Fondo Fiduciario de Monitoreo Compartido (Privado):** Creación de un mecanismo donde las empresas presentes en la bahía (Pluspetrol, Terminal Portuario, Consorcio Camisea, APROPISCO) aporten financieramente mediante sus programas de Responsabilidad Social Empresarial (RSE). Este fondo financiará a un laboratorio acreditado por INACAL para cubrir los "puntos ciegos" (zonas no monitoreadas actualmente por los IGAs individuales), unificando el muestreo de la bahía y reduciendo costos por duplicidad.

3.3. Sostenibilidad Técnica y Operativa

- **Protocolo Único Homologado:** La operatividad depende de que la data (generada por ANA, IMARPE, Autoridad Nacional de Sanidad e Inocuidad en Pesca y Acuicultura (SANIPES) y privados) sea comparable. El "Grupo Técnico del ICA" establecerá un protocolo estandarizado de muestreo (mismas metodologías, límites de detección de laboratorio y estacionalidad: verano/invierno).
- **Repositorio Digital Interoperable:** Los laboratorios terceros no entregarán informes en PDF, sino que subirán la data "cruda" en formato estructurado (CSV) a un Repositorio Digital administrado por el IMARPE y la CAM, eliminando horas de digitalización.
- **Mantenimiento del SIG en Código Abierto:** El uso de QGIS (v.3.40) y QGIS Cloud asegura cero costos por licencias comerciales de software. Los manuales metodológicos entregados garantizan que cualquier especialista SIG entrante pueda replicar el proceso (Join relacional y publicación WMS).

3.4. Sostenibilidad Social y Legitimidad

- **Transparencia (Semáforo Ambiental):** El éxito de una herramienta de gestión radica en su comprensión pública. Los resultados técnicos complejos del ICA se traducirán en un "Semáforo Ambiental" público (Rojo, Amarillo, Verde).
- **Vigilancia Comunitaria Participativa:** Se empoderará a los gremios de maricultores y pescadores artesanales. Al comprender que un ICA "Verde" certifica la sanidad de sus productos, y un ICA "Rojo" alerta sobre riesgos económicos o vedas sanitarias, se convertirán en los principales defensores y fiscalizadores de la continuidad de este monitoreo, exigiendo a las autoridades el reporte semestral ininterrumpido.

Se estima que la oficialización del ICA Paracas posee una alta viabilidad técnico-legal al ampararse en el marco de adecuación al **D.S. N° 014-2024-MINAM**. Al insertar esta herramienta dentro del Sistema Local de Gestión Ambiental de la CAM Pisco y soportarlo operativamente a través del CGL-MIZCMC, se garantiza que la gestión de la Bahía de Paracas pase de un enfoque reactivo basado en percepciones a un modelo de gestión proactiva, científica, descentralizada y financieramente sostenible.

6.1. Gobernanza de Datos y Custodia de Credenciales de la Plataforma WebGIS

Para garantizar la continuidad operativa, la seguridad de la información y la preservación del rigor científico en la carga de las matrices multitemporales del Índice de Calidad Ambiental (ICA), el manejo de la plataforma QGIS Cloud se regirá bajo un modelo de gobernanza de tecnologías de la información basado en roles.

En este escenario, para mitigar los riesgos asociados a la rotación de personal en los gobiernos locales y asegurar la estabilidad a largo plazo, la titularidad y administración de la cuenta oficial recaerá sobre el **Instituto del Mar del Perú (IMARPE)**, operando en coordinación sinérgica con la **Comisión Ambiental Municipal (CAM Pisco)**. La estructura de custodia se define de la siguiente manera:

1. Custodia Tecnológica y Administración del Sistema (Rol: Administrador)

- **Unidad Orgánica Responsable:** La **Oficina de Tecnologías de la Información y Sistemas (o su equivalente funcional) del IMARPE**.
- **Funciones:** Actuará como el custodio definitivo de las credenciales maestras (Usuario y Contraseña Raíz) y del correo electrónico institucional asociado a la cuenta de QGIS Cloud.

Su responsabilidad es estrictamente de soporte de infraestructura lógica: recuperación de accesos, gestión de licencias, monitoreo de la disponibilidad del servidor web y la emisión de credenciales temporales o permisos de edición limitados para los operadores técnicos.

2. Gestión Operativa y Carga de Datos (Rol: Editor Técnico)

- **Unidades Orgánicas Responsables (Gestión Compartida):** La **Secretaría Técnica de la CAM Pisco** en trabajo conjunto con un **Especialista/Enlace Técnico designado por la Dirección General de Investigaciones en Oceanografía y Cambio Climático del IMARPE** (o Laboratorio Costero de Pisco).
- **Funciones:** Este equipo interinstitucional no poseerá la clave raíz, sino que operará bajo perfiles de edición. Serán responsables de la preparación de las bases de datos espaciales, la configuración de la simbología en QGIS Desktop y la sincronización hacia la nube (QGIS Cloud) durante los periodos de actualización semestral. La participación

del enlace del IMARPE garantiza un control de calidad previa, asegurando que solo se publique información científicamente validada, mientras que la CAM asegura la apropiación y uso de los datos a nivel local.

3. Protocolo de Trazabilidad y Seguridad Cualquier modificación en la arquitectura del visor web, alteración de capas históricas o asignación de nuevos editores requerirá una solicitud formal (vía correo institucional o memorando) desde la Secretaría Técnica de la CAM y/o la jefatura científica del IMARPE hacia el área de Tecnologías de la Información del IMARPE. Las credenciales son consideradas activos de información crítica del Estado, debiendo figurar en los inventarios de software y actas de entrega de cargo de ingenieros, técnicos o especialistas en informática y sistemas de las instituciones (en este caso, del IMARPE o la Municipalidad de Pisco) para evitar la obsolescencia o pérdida de la plataforma.

7. REPORTE DE REUNIONES DE COORDINACIÓN/TRABAJO CON LA CONTRAPARTE TÉCNICA, ESPECIALISTAS, REPRESENTANTES DE INSTITUCIONES PÚBLICAS O PRIVADAS, ENTRE OTROS

En la presente temporalidad de este producto, más allá del taller realizado el 20 de febrero, no se realizaron otras reuniones.

ANEXOS

ANEXO 1: Informe del taller

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	20 de febrero 2026	Lugar: Auditorio del Hotel Casa Andina, Paracas	Localidad: Paracas, Pisco.
Hora	08:30 a.m. - 15:10 p.m.		
Tema Central	Taller de Presentación de resultados de la Propuesta de Índice de Calidad Ambiental para el ámbito marino costero de la bahía de Paracas y mecanismo de implementación.		
Participantes	PROYECTO HUMBOLDT II: Representantes del proyecto. MINAM: Autoridades y especialistas del Ministerio del Ambiente. IMARPE: Investigadores y especialistas (Evelyn Flores, Trinidad Ipanaque, Marques Hernandez, K. Higaki, Luis Díaz, Oscar Espinoza, entre otros). MUNICIPALIDADES LOCALES SECTOR PRIVADO / CORPORATIVO EQUIPO CONSULTOR: Consultores a cargo de la presentación del ICA. Se adjunta Lista de asistencia.		
Objetivos	1. Presentar a los actores claves la propuesta del Índice de Calidad Ambiental (ICA) para la bahía de Paracas (marco teórico, metodología de cálculo e interpretación). 2. Exponer los resultados de la sectorización de la bahía y su implementación. 3. Presentar el Sistema de Información Geográfica (SIG) ambiental como plataforma tecnológica para el seguimiento, sostenibilidad, formalización y difusión ciudadana de los resultados.		
Principales conclusiones y acuerdos	- Desarrollo del Taller: El taller inició con las palabras de bienvenida del MINAM, IMARPE y el Proyecto Humboldt II. Seguidamente, el Equipo Consultor expuso la metodología del ICA y los resultados de su aplicación estratégica en cuatro zonas: zona industrial, sector turístico del Chaco, áreas de acuicultura y recinto portuario. Posteriormente, se realizó la demostración de la plataforma SIG. - Aportes de los asistentes: Durante la ronda de preguntas y comentarios, los tomadores de decisiones, autoridades del MINAM, especialistas de IMARPE y representantes corporativos (Pluspetrol, Minsur) manifestaron la enorme importancia y utilidad práctica del ICA y la predisposición de apoyar la iniciativa con información y o otras acciones en el marco de la Comisión Ambiental Municipal de Pisco. - Apreciaciones: Los asistentes felicitaron la iniciativa, destacando su valor como un instrumento clave para transparentar los factores determinantes del ecosistema y proteger la biodiversidad de la bahía. CONCLUSIONES: - El ICA se consolida como un respaldo técnico y político sólido para las autoridades locales en la toma de decisiones. - Se reconoce que el índice funcionará como un sistema de alerta temprana indispensable para los gremios pesqueros, maricultores y la supervivencia de especies emblemáticas (ej. concha de abanico). - Para el sector privado empresarial, la herramienta servirá como un mecanismo de validación reputacional de buenas prácticas operativas. - Se validó que el Sistema de Información Geográfica (SIG) es el medio óptimo para garantizar la sostenibilidad en el tiempo del ICA y facilitar el acceso a la información por parte de la población civil.		

**ANEXO
PROGRAMA**

Taller de presentación de la propuesta de Índice de Calidad Ambiental para el ámbito marino costero de la bahía de Paracas y mecanismo de implementación

20 de febrero de 2026, Casa Andina (Pisco – Paracas).

Hora	Ítem	Responsable
08:30-09:00h	Ingreso y registro de asistencia	Equipo consultor
09:00-09:15h	Palabras de bienvenida.	Representantes del Ministerio del Ambiente e Instituto del Mar del Perú
	Reglas de procedimiento de la reunión y objetivos del taller.	Proyecto Humboldt II
09:15-09:20h	Presentación Proyecto Humboldt II: estrategia de intervención componente de Calidad Ambiental	Proyecto Humboldt II
09:20-09:30h	Ronda de presentación de las y los asistentes	Modera: Equipo consultor
09:30-10:00h	Resultados de la Recopilación, Sistematización y Análisis de información histórica de calidad ambiental (2014-2024)	Equipo consultor
10:00-10:15h	Preguntas - comentarios	
10:15-10:30h	Pausa Café – Foto Oficial	
10:30-11:15h	Presentación de la propuesta de Índice de Calidad Ambiental para la bahía de Paracas (Marco teórico, metodología de cálculo e interpretación)	Equipo consultor
11:15-11:30h	Preguntas - comentarios	
11:30h-12:15h	Presentación del Índice de Calidad Ambiental para la bahía de Paracas (ejercicio de implementación y resultados)	Equipo consultor
12:15-12:30h	Preguntas - comentarios	
12:30-14:00h	Pausa Almuerzo	
14:00-14:30h	Presentación del Sistema de información geográfica ambiental para el seguimiento del Índice de Calidad Ambiental para la Bahía de Paracas (plataforma de visualización SIG).	Equipo consultor
14:30-14:50h	Estrategia de sostenibilidad y difusión.	Equipo consultor
14:50-15:00h	Conclusiones de la Reunión, próximos pasos	Proyecto Humboldt II
15:00-15:10h	Palabras de cierre	Representantes del Ministerio del Ambiente e Instituto del Mar del Perú



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

Taller de Presentación de resultados de la Propuesta de Índice de Calidad Ambiental para el ámbito marino costero de la bahía de Paracas y mecanismo de implementación
20 de febrero 2026

N°	NOMBRE Y APELLIDO	INSTITUCIÓN/ORGANIZACIÓN	CORREO ELECTRONICO	TELEFONO	FIRMA
1	Benjamin Vilches	PlusPETrol	benj.vilches@petrol.net	98177029	
2	Esteban Cazo	MINSUR	esteban.cazo@gmail.com	98011311	
3	Diego Estiada	MINSUR	diego.est@guilco	98705544	
4	Peter Espinoza Solano	IMARPE	espinoza@imarpe.gob.pe	999773208	
5	Roberto de la Cruz Torres	M.D. San Andrés	roberto.cruz@imarpe.gob.pe	958392124	
6	Mayra Espinoza Rodríguez	M.P. Paraco	mayra.2009@gmail.com	950354662	
7	Julio Flores Hernández	DIREPRO	julio.flores@mar.mil.com	99836249	
8	Alexis Huamán Galindo	IMARPE	ahuaman@imarpe.gob.pe	998101895	
9	Katia Roque Calzadilla	MINSUR	kroque@guilco	98065105	



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

Taller de Presentación de resultados de la Propuesta de Índice de Calidad Ambiental para el ámbito marino costero de la bahía de Paracas y mecanismo de implementación
20 de febrero 2026

N°	NOMBRE Y APELLIDO	INSTITUCIÓN/ORGANIZACIÓN	CORREO ELECTRONICO	TELEFONO	FIRMA
10	Sergio Pérez Ramos	Capitania - D. Cap.	Sergio.perezramos@gmail.com	971264929	
11	Pedro Danayre Pérez	MARCO 16 R COPENTA COTSCOPENTAR	domingo_perez@netman.com	981366392	
12	Juan Arenas Viter	FIPA - UNICA	julio.arenas@univ.edu.pe	915735187	
13	Ricardo Enrique J. Alcantara	Terra Nueva	ricardo_sola98@gmail.com	941344352	
14	Pedro Huerta Díaz	Municipalidad San Clemente	PedroHuertaDiaz@gmail.com	969830780	
15	Adela Soriano Carrasco Torrealba	Hosp. San Juan de los Rios	gimnetcu@gmail.com	920675360	
16	Yerli Maripaevar Estrella	Municipalidad Distrital de Paracas	Yerliora@gmail.com	912360587	
17	Susmy Sandoz Cepeda Huaman	Municipalidad Distrital de Paracas	sandobato201@unc.edu.pe	992087902	
18	Arturo Gonzales A.	PROY. Humboldt II	arturogonzales@undp.org	993451808	

PNUD



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

Taller de Presentación de resultados de la Propuesta de Índice de Calidad Ambiental para el ámbito marino costero de la bahía de Paracas y mecanismo de implementación
20 de febrero 2026

N°	NOMBRE Y APELLIDO	INSTITUCIÓN/ORGANIZACIÓN	CORREO ELECTRONICO	TELEFONO	FIRMA
19	ANTHONY MEDINA MORALES	VE 404 HSSO-PSO	youstet@hotmail.com	956420166	
20	RICARDO JIMENEZ VILCHIZ	TERRA NOVA	ricardojimenez@terra.com	995701821	
21	Diana Torres Acosta	TERRA NOVA	bdiamatorres@gmail.com	99639472	
22	Berniz Alcantara M.	TERRA NOVA	claudiaalcantara@gmail.com	995701824	
23	CESAR RESIN VILTA	IMARPE		956091940	
24	BRUNO QUIROGA CAYANUELA	IMARPE	brunquiroga@gmail.com	56260220	
25	Pedro Humari Duran	IMARPE	Pedro.humari.duran@gmail.com	2140980	
26	Angel Caceres C.	IMARPE	acaceres@hotmail.com	955614024	
27	CARMEN RANOS PEÑA	IMARPE	KATERRANOS9@gmail.com	946962022	



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

Taller de Presentación de resultados de la Propuesta de Índice de Calidad Ambiental para el ámbito marino costero de la bahía de Paracas y mecanismo de implementación
20 de febrero 2026

N°	NOMBRE Y APELLIDO	INSTITUCIÓN/ORGANIZACIÓN	CORREO ELECTRONICO	TELEFONO	FIRMA
28	Eduardo Flores Costello	IMARPE	eduardo.flores@imarpe.gob.pe	923373338	
29	Feinada Pinaque Alvarado	IMARPE	feinada.pinaque@imarpe.gob.pe	940035807	
30	Juan A. Narváez Morandey	IMARPE	juan.narvaez@imarpe.gob.pe	92070994	
31	María D. Hidalgo Morano	IMARPE	maria.hidalgo@imarpe.gob.pe	986666530	
32	Luis Jiny Caldeira Vicini	IMARPE	jcaldeira@imarpe.gob.pe	982101309	
33	Pablo E. Saravia Martínez	IMARPE	psaravia@imarpe.gob.pe	95148672	
34	Rosa Sánchez Perea	IMARPE	rosasanchez@imarpe.gob.pe	943805095	

- Evidencia fotográfica



Arturo Gonzáles Araujo, Especialista Asociado en Biodiversidad del Proyecto Binacional Chile-Perú: Humboldt II- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo



Palabras de bienvenida de la Ing. Mayra Figueroa en representación de la Municipalidad Provincial de Pisco



Equipo consultor presentando los resultados de la consultoría



Participación activa de los asistentes

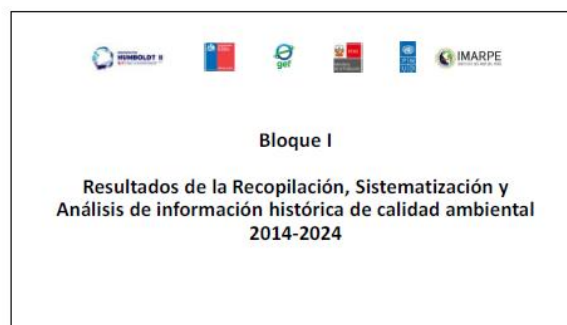
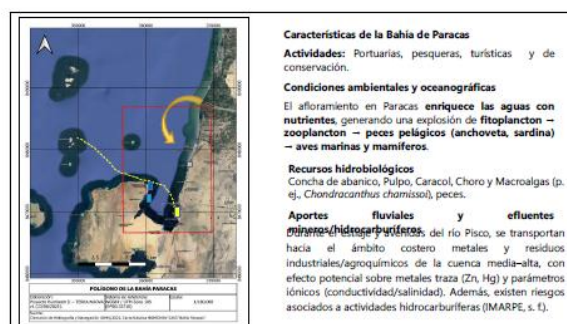
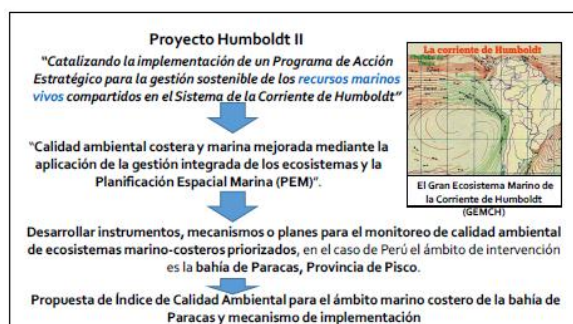


Foto grupal con los profesionales participantes

Taller de presentación de la propuesta de Índice de Calidad Ambiental para el ámbito marino costero de la bahía de Paracas y mecanismo de implementación

Proyecto Humboldt II

20 de febrero 2026

[illegible]

Metodología

ESTACION	Coordenadas UTM WGS84, ZONA 18S	
	ESTE	NORTE
A-01	360482	84751594
A-02	361044	84756169
A-03	361514	84744641
A-04	362030	84751000
A-05	361246	84753887
A-06	362345	84739419
A-07	360751	8472349
A-08	361903	8472347
A-10	362045	8471356
A-11	361641	8471401

ESTACION	Coordenadas UTM WGS84, ZONA 18S	
	ESTE	NORTE
01A-PAR	360383	8472124
01-C-PAR	359360	8471332
01-D-PAR	361072	8473698
T18	359947	8474580
T28	360472	8474177
T38	360252	8473211
T48	359724	8472274
T68	359851	8469566

Sanipez Water Project

Experiencias de índices

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/INVMAR).

De los 5 índices evaluados 5 se consideraron con mayor pertinencia de desarrollo e implementación para la Bahía de Paracas las siguientes:

2. **Índice de Calidad para Pesca y Acuicultura –ICAM-PE (Tesis de Doctorado, Rita Orozco)** –Bahía de Supe, 2024.
3. **Índice de Salud del Océano –IDSO/OHI (MINAM y PRODUCE con apoyo del PNUD)- Bahía de Secura, 2021.**

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).

Metodología

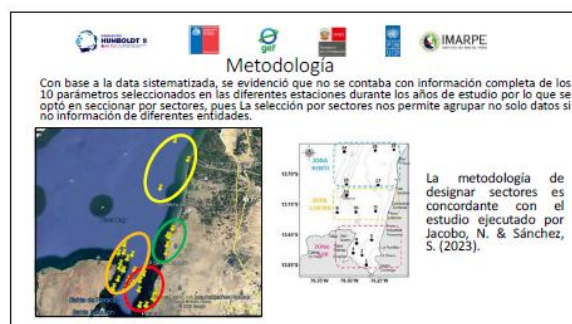
Parámetro	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Total
Temperatura superficial del mar (TSM)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20
Oxígeno disuelto	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20
pH	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20
Sólidos suspendidos totales (SST)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20
Coliformes fecales	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20
Acidos grasos	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20
Hidrocarburos totales de petróleo (Fracción aromática)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20
Mercurio	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20
Zinc disuelto	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20

Metodología

Parámetro	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Total
Temperatura superficial del mar (TSM)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20
Oxígeno disuelto	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20
pH	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20
Sólidos suspendidos totales (SST)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20
Coliformes fecales	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20
Acidos grasos	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20
Hidrocarburos totales de petróleo (Fracción aromática)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20
Mercurio	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20
Zinc disuelto	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20

Parámetros relacionados a la zona marino-costera de la bahía de Paracas

N.º	Parámetro	Tipo	Unidad	Relevancia
1	Temperatura superficial del mar (TSM)	Físico	°C	Influye en metabolismo y distribución de especies
2	Oxígeno disuelto	Químico	mg/L	Vital para organismos acuáticos, indicador de eutrofización
3	pH	Químico	-	Influye en toxicidad de metales y procesos bioquímicos
4	Sólidos suspendidos totales (SST)	Físico	mg/L	Afecta filtradores como concha de abanico, indica turbidez
5	Coliformes fecales	Microbiológico	NMP/100 mL	Indican contaminación fecal (sanitaria/turística)
6	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	Químico	mg/L	Indicador de contaminación orgánica
7	Acidos grasos	Químico	mg/L	Altamente tóxicos para moluscos y peces
8	Hidrocarburos totales de petróleo (Fracción aromática)	Orgánico	mg/L	Altamente tóxicos para moluscos y peces
9	Mercurio	Metal traza	mg/L	Contaminante prioritario, afecta moluscos y peces; Alta toxicidad; bioacumulación/biomagnificación
10	Zinc disuelto	Metal traza	mg/L	Contaminante prioritario, afecta moluscos y peces; En exceso, es tóxico para invertebrados marinos y causa mortalidad larval en bivalvos



Metodología

Los sectores designados son los siguientes: (1ra propuesta de sectorización)

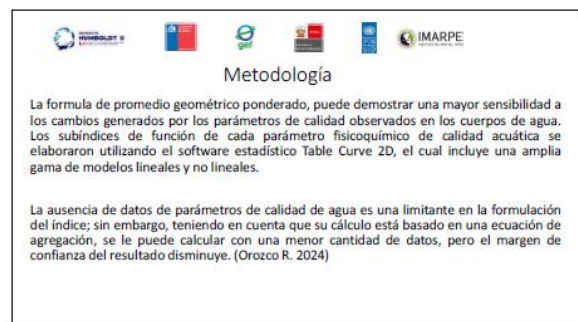
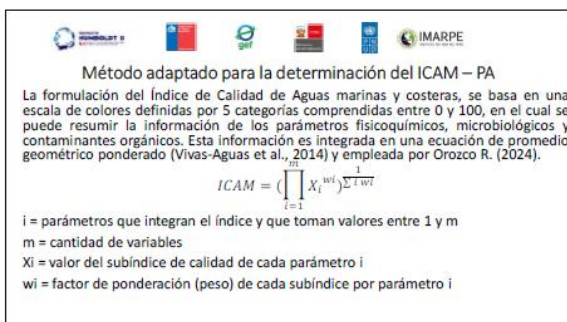
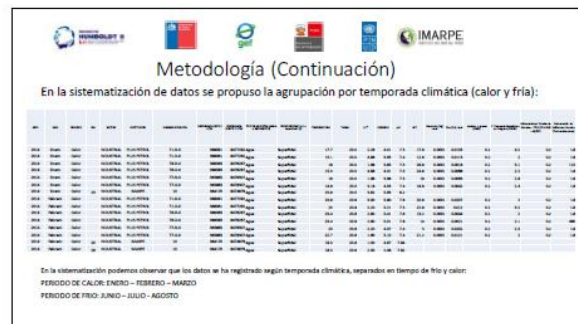
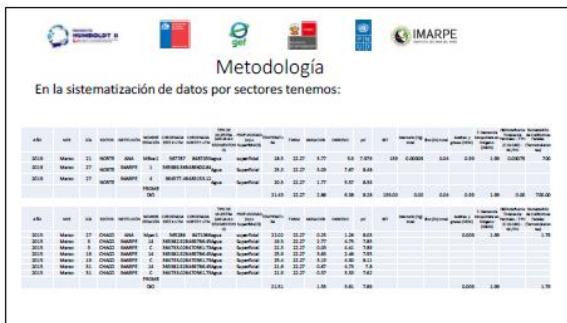
SECTOR	INSTITUCION	ESTACION	SECTOR	INSTITUCION	ESTACION
NORTE	ANA	SMB01	ACUICULTURA	ANA	M007
NORTE	IMARPE	1	ACUICULTURA	IMARPE	11
NORTE	IMARPE	4	ACUICULTURA	OTIA	A-01
CENTRO	IMARPE	10	ACUICULTURA	OTIA	A-03
CENTRO	PLUS PETROL	T2-A-01	ACUICULTURA	OTIA	A-04
CENTRO	PLUS PETROL	T6-A-01	ACUICULTURA	OTIA	A-05
CENTRO	PLUS PETROL	T7-A-01	ACUICULTURA	OTIA	A-07
CENTRO	PLUS PETROL	T7-A-02	ACUICULTURA	OTIA	A-08
CHACO	ANA	M007	ACUICULTURA	OTIA	A-10
CHACO	ANA	M008	ACUICULTURA	OTIA	A-11
CHACO	ANA	M009	ACUICULTURA	OTIA	A-12
CHACO	ANA	M010	ACUICULTURA	OTIA	A-13
CHACO	ANA	M011	ACUICULTURA	OTIA	A-14
CHACO	ANA	M012	ACUICULTURA	OTIA	A-15
CHACO	ANA	M013	ACUICULTURA	OTIA	A-16
CHACO	ANA	M014	ACUICULTURA	OTIA	A-17
CHACO	ANA	M015	ACUICULTURA	OTIA	A-18
CHACO	ANA	M016	ACUICULTURA	OTIA	A-19
CHACO	ANA	M017	ACUICULTURA	OTIA	A-20
CHACO	ANA	M018	ACUICULTURA	OTIA	A-21
CHACO	ANA	M019	ACUICULTURA	OTIA	A-22
CHACO	ANA	M020	ACUICULTURA	OTIA	A-23
CHACO	ANA	M021	ACUICULTURA	OTIA	A-24
CHACO	ANA	M022	ACUICULTURA	OTIA	A-25
CHACO	ANA	M023	ACUICULTURA	OTIA	A-26
CHACO	ANA	M024	ACUICULTURA	OTIA	A-27
CHACO	ANA	M025	ACUICULTURA	OTIA	A-28
CHACO	ANA	M026	ACUICULTURA	OTIA	A-29
CHACO	ANA	M027	ACUICULTURA	OTIA	A-30
CHACO	ANA	M028	ACUICULTURA	OTIA	A-31
CHACO	ANA	M029	ACUICULTURA	OTIA	A-32
CHACO	ANA	M030	ACUICULTURA	OTIA	A-33
CHACO	ANA	M031	ACUICULTURA	OTIA	A-34
CHACO	ANA	M032	ACUICULTURA	OTIA	A-35
CHACO	ANA	M033	ACUICULTURA	OTIA	A-36
CHACO	ANA	M034	ACUICULTURA	OTIA	A-37
CHACO	ANA	M035	ACUICULTURA	OTIA	A-38
CHACO	ANA	M036	ACUICULTURA	OTIA	A-39
CHACO	ANA	M037	ACUICULTURA	OTIA	A-40
CHACO	ANA	M038	ACUICULTURA	OTIA	A-41
CHACO	ANA	M039	ACUICULTURA	OTIA	A-42
CHACO	ANA	M040	ACUICULTURA	OTIA	A-43
CHACO	ANA	M041	ACUICULTURA	OTIA	A-44
CHACO	ANA	M042	ACUICULTURA	OTIA	A-45
CHACO	ANA	M043	ACUICULTURA	OTIA	A-46
CHACO	ANA	M044	ACUICULTURA	OTIA	A-47
CHACO	ANA	M045	ACUICULTURA	OTIA	A-48
CHACO	ANA	M046	ACUICULTURA	OTIA	A-49
CHACO	ANA	M047	ACUICULTURA	OTIA	A-50
CHACO	ANA	M048	ACUICULTURA	OTIA	A-51
CHACO	ANA	M049	ACUICULTURA	OTIA	A-52
CHACO	ANA	M050	ACUICULTURA	OTIA	A-53
CHACO	ANA	M051	ACUICULTURA	OTIA	A-54
CHACO	ANA	M052	ACUICULTURA	OTIA	A-55
CHACO	ANA	M053	ACUICULTURA	OTIA	A-56
CHACO	ANA	M054	ACUICULTURA	OTIA	A-57
CHACO	ANA	M055	ACUICULTURA	OTIA	A-58
CHACO	ANA	M056	ACUICULTURA	OTIA	A-59
CHACO	ANA	M057	ACUICULTURA	OTIA	A-60
CHACO	ANA	M058	ACUICULTURA	OTIA	A-61
CHACO	ANA	M059	ACUICULTURA	OTIA	A-62
CHACO	ANA	M060	ACUICULTURA	OTIA	A-63
CHACO	ANA	M061	ACUICULTURA	OTIA	A-64
CHACO	ANA	M062	ACUICULTURA	OTIA	A-65
CHACO	ANA	M063	ACUICULTURA	OTIA	A-66
CHACO	ANA	M064	ACUICULTURA	OTIA	A-67
CHACO	ANA	M065	ACUICULTURA	OTIA	A-68
CHACO	ANA	M066	ACUICULTURA	OTIA	A-69
CHACO	ANA	M067	ACUICULTURA	OTIA	A-70
CHACO	ANA	M068	ACUICULTURA	OTIA	A-71
CHACO	ANA	M069	ACUICULTURA	OTIA	A-72
CHACO	ANA	M070	ACUICULTURA	OTIA	A-73
CHACO	ANA	M071	ACUICULTURA	OTIA	A-74
CHACO	ANA	M072	ACUICULTURA	OTIA	A-75
CHACO	ANA	M073	ACUICULTURA	OTIA	A-76
CHACO	ANA	M074	ACUICULTURA	OTIA	A-77
CHACO	ANA	M075	ACUICULTURA	OTIA	A-78
CHACO	ANA	M076	ACUICULTURA	OTIA	A-79
CHACO	ANA	M077	ACUICULTURA	OTIA	A-80
CHACO	ANA	M078	ACUICULTURA	OTIA	A-81
CHACO	ANA	M079	ACUICULTURA	OTIA	A-82
CHACO	ANA	M080	ACUICULTURA	OTIA	A-83
CHACO	ANA	M081	ACUICULTURA	OTIA	A-84
CHACO	ANA	M082	ACUICULTURA	OTIA	A-85
CHACO	ANA	M083	ACUICULTURA	OTIA	A-86
CHACO	ANA	M084	ACUICULTURA	OTIA	A-87
CHACO	ANA	M085	ACUICULTURA	OTIA	A-88
CHACO	ANA	M086	ACUICULTURA	OTIA	A-89
CHACO	ANA	M087	ACUICULTURA	OTIA	A-90
CHACO	ANA	M088	ACUICULTURA	OTIA	A-91
CHACO	ANA	M089	ACUICULTURA	OTIA	A-92
CHACO	ANA	M090	ACUICULTURA	OTIA	A-93
CHACO	ANA	M091	ACUICULTURA	OTIA	A-94
CHACO	ANA	M092	ACUICULTURA	OTIA	A-95
CHACO	ANA	M093	ACUICULTURA	OTIA	A-96
CHACO	ANA	M094	ACUICULTURA	OTIA	A-97
CHACO	ANA	M095	ACUICULTURA	OTIA	A-98
CHACO	ANA	M096	ACUICULTURA	OTIA	A-99
CHACO	ANA	M097	ACUICULTURA	OTIA	A-100



Sectorización de la bahía

Para la determinación de los sectores se tuvo en cuenta los puntos de monitoreo, así tenemos que para cada sector tenemos los siguientes vértices:

Sector	Vértice	Coordenadas
Sector Norte	1	345577.4, 8463553.0
	2	345577.4, 8463553.0
	3	345577.4, 8463553.0
	4	345577.4, 8463553.0
Sector Centro	1	345577.4, 8463553.0
	2	345577.4, 8463553.0
	3	345577.4, 8463553.0
	4	345577.4, 8463553.0



Metodología

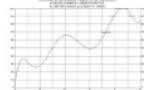
La formulación del Índice de Calidad de Aguas marinas y costeras, para la preservación de flora y fauna, se basa en una escala de colores definidas por 5 categorías comprendidas entre 0 y 100 (cuadro), en el cual se puede resumir la información de los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y contaminantes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

Escala de calidad	Color	Categoría	Descripción
Óptima	Azul	100-90	Calidad excelente del agua
Adecuada	Verde	80-70	Agua que presenta buena calidad para la vida acuática
Aceptable	Amarillo	70-50	Agua que consume condiciones y presenta pocas restricciones de uso
Indeseable	Naranja	50-25	Agua que presenta restricciones de uso
Pésima	Rojo	25-0	Agua con muchas restricciones que no permiten un uso adecuado

Metodología

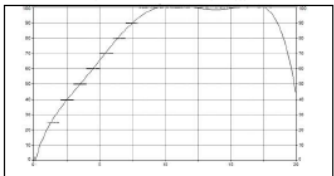
Con base a la metodología planteada por Orozco R.

- 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 analizará la información; y se transformara las variables en sus diferentes unidades (mg/l, porcentajes, µg/l) a valores no dimensionales; además se determinará las curvas de función de cada parámetro, haciendo uso del software Table curve 2D.



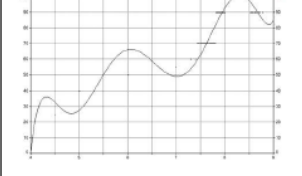
Metodología

Ecuación de sub-índice de oxígeno disuelto:

$$Y = -1.7253781 + (30.396879 * X) + (-9.7209527 * (X^2)) + (2.2351891 * (X^3)) + (-0.25794793 * (X^4)) + (0.014557366 * (X^5)) + (-0.00037061519 * (X^6)) + (0.0000030099348 * (X^7))$$


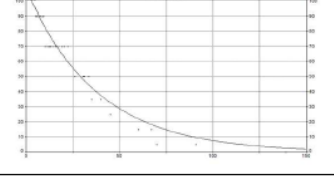
Metodología

Ecuación de sub-índice de potencial hidrogeno:

$$Y = -459124.5 + (530968.73 * X) + (-259425.79 * (X^2)) + (69417.521 * (X^3)) + (-10987.699 * (X^4)) + (1029.0574 * (X^5)) + (-32.82085 * (X^6)) + (1.1468309 * (X^7))$$


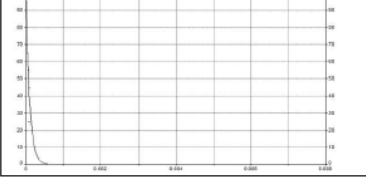
Metodología

Ecuación de sub-índice de solidos suspendidos totales:

$$\ln Y = 4.6786824 + (-0.02640056 * X)$$


Metodología

Ecuación de sub-índice de mercurio:

$$\ln Y = 4.6437393 - 10113.279 * X$$


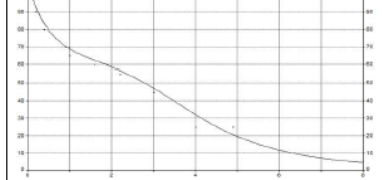
Metodología

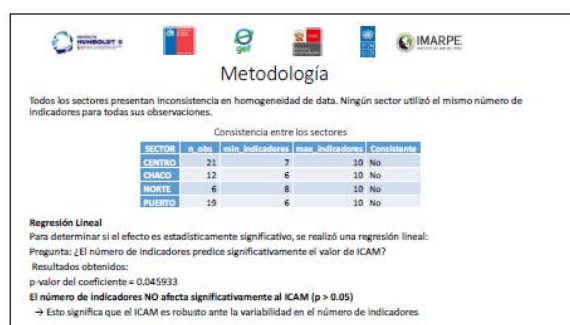
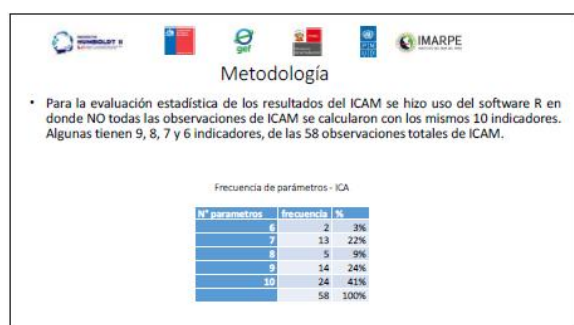
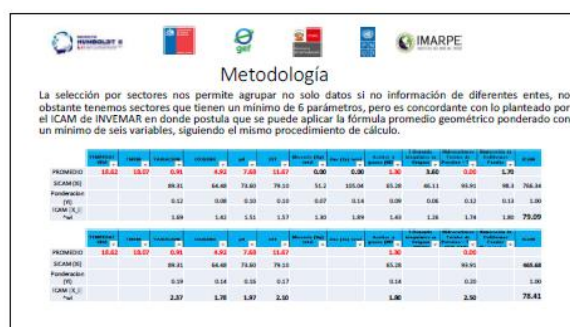
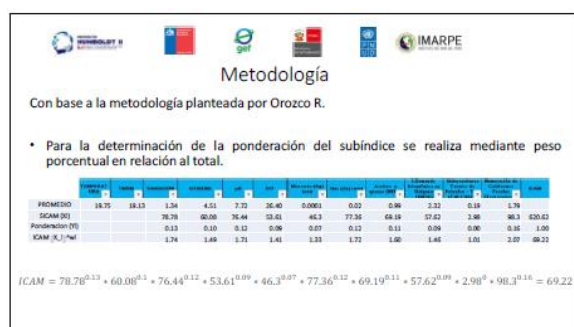
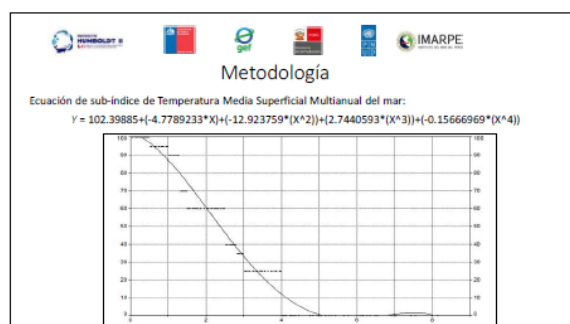
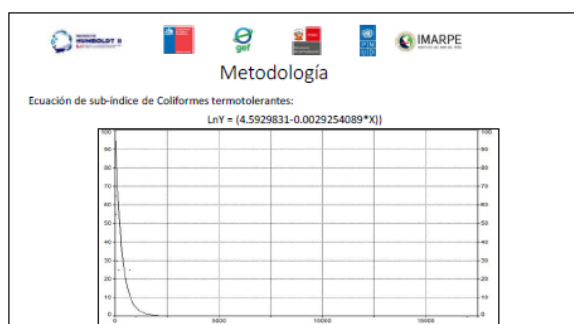
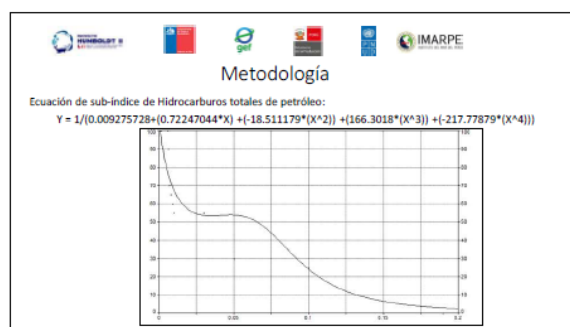
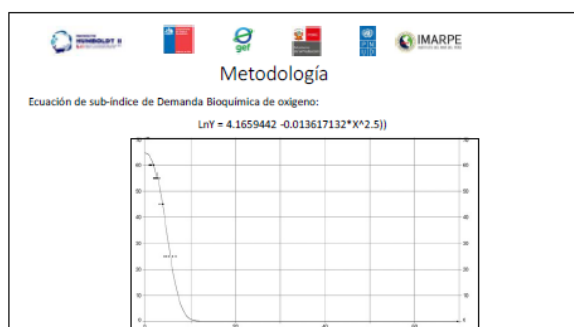
Ecuación de sub-índice de Zinc:

$$\ln Y = (4.7074747 - 56.135023 * X + (3060.9762 * (X^2)) + (-68831.026 * (X^3)) + (613448.95 * (X^4)) + (-1902001.8 * (X^5)))$$


Metodología

Ecuación de sub-índice de Aceites y Grasas:

$$Y = 1 / (0.0094057803 + (0.0077469821 * X) + (-0.0033627171 * (X^2)) + (0.00069409207 * (X^3)))$$




Bloque II

Presentación del Índice de Calidad Ambiental para la Bahía de Paracas (Resultados)

Resultados

- Para la evaluación estadística de los datos y los resultados del ICAM
- Se empleó el programa estadístico Infostat versión 1.0 y se realizó el análisis de cajas de los diez parámetros utilizados en la construcción del ICAM

Resultados

Oxígeno disuelto ≥ 5 mg/L es el mínimo requerido para evitar condiciones hipóxicas que afecten peces y moluscos.

Resultados

SST ≤ 80 mg/L evita turbidez excesiva que afecta organismos filtradores como la concha de abarico.

Resultados

Mercurio y zinc son metales traza con alta toxicidad y capacidad de bioacumulación; sus límites son estrictos.

Mercurio total (ppb)	mg/L	$\times 0.001$
0.0001	0.0001	0.0001

Resultados

Mercurio y zinc son metales traza con alta toxicidad y capacidad de bioacumulación; sus límites son estrictos.

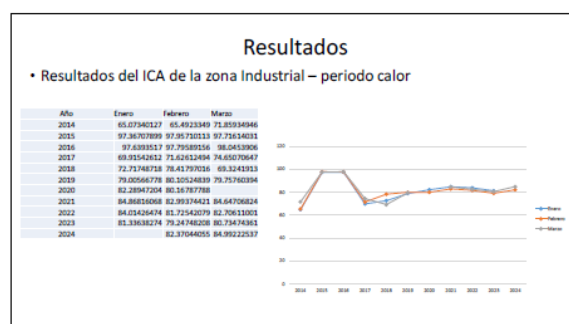
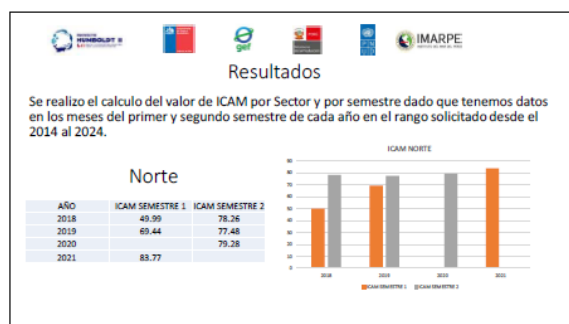
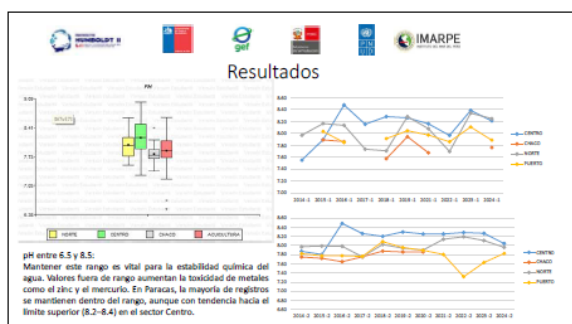
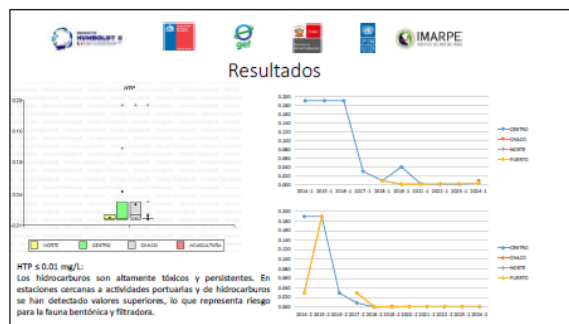
Zinc total (ppb)	mg/L	$\times 0.5$
0.0001	0.0001	0.0001

Resultados

Coliformes termotolerantes $\leq 1,000$ NMP/100 mL es el umbral para evitar riesgos sanitarios en actividades recreativas y acuícolas.

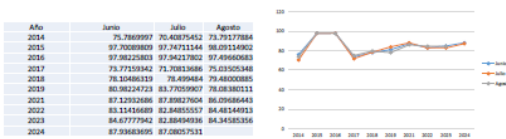
Resultados

Aceites y grasas ≤ 10 mg/L
Valores superiores afectan directamente moluscos y peces, generando toxicidad y mortalidad larval. En Paracas, se han registrado episodios con valores cercanos a este límite en el sector Puerto.



Resultados

- Resultados del ICA de la zona Industrial – periodo frio



Resultados

- Resultados del ICA de la zona Industrial – comparativo entre periodos



Bloque III

Presentación del Sistema de información geográfica ambiental para el seguimiento del Índice de Calidad Ambiental para la Bahía de Paracas (plataforma de visualización SIG).

Visualización en SIG

Para la visualización en un sistema de información geográfica se implementó, teniendo en cuenta los resultados obtenidos de los parámetros en cada sector, el valor ICAM y la georreferenciación, por lo que el proceso fue, con base a los Shapefiles elaborados de la sectorización, acondicionando una tabla de atributos por cada valor ICAM por semestre en cada sector, es decir para el semestre 1 del 2014 se elaboró una tabla de atributos donde se colocaron los valores promedio de los parámetros obtenidos y su valor ICAM, dicho tabla la presentamos a continuación. Así de la misma forma para el segundo semestre (2).

Visualización en SIG

Tabla de atributos

RID	SHAPE	NOMBRE	TSM	OD	PH	SST	Hg	Zn	AC_GRA	DBOS	HTP	CTT	INDICE
	POLYGON	NORTE											
	POLYGON	CENTRO											
	POLYGON	CHACO											
	POLYGON	PUERTO ACUICULTURA											

TSM: Temperatura
OD: Oxígeno disuelto
PH: potencial hidrogeno
SST: Sólidos suspendidos totales
Hg: Mercurio
Zn: Zinc
AC_GRA: Aceites y grasas
DBOS: Demanda bioquímica de oxígeno
HTP: Hidrocarburos totales de petróleo
CTT: Coliformes termotolerantes
INDICE: Índice de calidad ambiental

Visualización en SIG



Procedimiento de visualización en SIG: Se ingresó la información de los parámetros de calidad ambiental y el valor ICAM en la tabla de atributos, se cargó el Shapefile de la zona industrial y se realizó la visualización en QGIS, obteniendo el resultado final en QGIS Cloud.

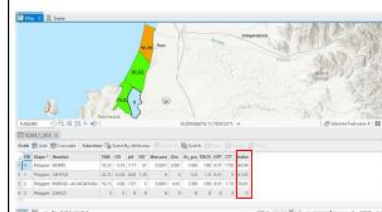
Visualización en SIG

Una vez ingresado los datos, se procedió a implementar simbología en cada polígono del Shapefile, colocando etiquetas (label) en cada polígono; dichas etiquetas corresponden a los valores de índice y la simbología, con la opción de color graduado, en relación al color de la escala para los valores de ICAM.

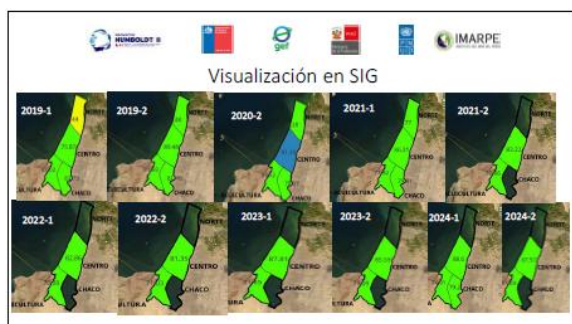
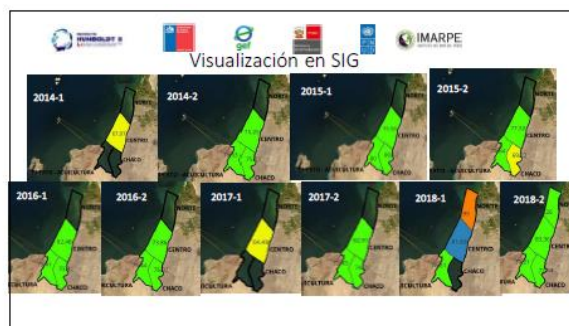
RID	SHAPE	NOMBRE	TSM	OD	PH	SST	Hg	Zn	AC_GRA	DBOS	HTP	CTT	INDICE
1	Polygon	NORTE	21.41	6.18	6.21	1.91	0.0001	0.04	0.91	1.89	5.0006	10	64.44
2	Polygon	CENTRO	22.45	14.42	5.21	7.23	0	0	1.12	1.9	0.04	9	70.87
3	Polygon	PUERTO ACUICULTURA	20.52	6.17	6.21	1.89	0.0001	0.04	0.91	1.89	5.0006	10	64.44
4	Polygon	CHACO	21.5	6.23	7.21	1.91	0.0001	0.04	0.91	1.89	5.0006	10	64.44

Visualización en SIG

SIMBOLOGÍA + TABLA DE ATRIBUTOS



OBSERVAMOS QUE LOS COLORES SON EN FUNCION A LA ESCALA PLANTEADA EN LA METODOLOGIA, NO OBTENIENDO EL SECTOR SIN RELLENO, ES PORQUE NO SE REGISTRA INFORMACION, COMO SE CONSTATA EN LA TABLA DE ATRIBUTOS



Bloque IV

Estrategia de sostenibilidad y difusión

Estrategia de sostenibilidad

Estrategia 1: Modelo de integración normativa al SIAR/SINIA (enfoque estatal)

Concepto: Esta alternativa busca la sostenibilidad mediante la **institucionalización vinculante** del ICA dentro del Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA), operativizado a través del Sistema Regional (SIAR-Ica) y Local. Se basa en convertir al ICA en un indicador de desempeño oficial del Estado.

1. Mecanismo Técnico-Operativo

- Homologación de Protocolos (Norma Técnica Local):** Se propone que la CAM Pisco, en coordinación con el INACAL (Instituto Nacional de Calidad), establezca una **"Matriz de Equivalencia Metodológica"**. Actualmente, las empresas usan diferentes laboratorios acreditados con límites de detección variados. Sin embargo, como se mencionó se puede establecer bajo acuerdo una aceptación del rigor técnico bajo el cumplimiento normativo.
 - Acción:** Estandarizar el método analítico para parámetros críticos identificados en tu data (ej. TPH fraccionado C10-C40 para hidrocarburos, y NMP para coliformes).
- Validación:** IMARPE asume el rol de **Auditor Técnico de Tercera Parte**, realizando únicamente campañas de "intercalibración" anual para asegurar que los laboratorios privados no presenten sesgos sistemáticos.

Estrategia 1: Modelo de integración normativa al SIAR/SINIA (enfoque estatal)

2. Modelo de Financiamiento

- Presupuesto por Resultados (PpR):** Incorporar el monitoreo del ICA dentro de una meta presupuestal específica del **Programa Presupuestal 0144: "Conservación y uso sostenible de ecosistemas marinos y costeros"** del MINAM/Gobierno Regional.
- Justificación:** Al ser un indicador oficial de desempeño de gestión pública, el MEF (Ministerio de Economía) asigna recursos ordinarios recurrentes para la operatividad del sistema informático y las campañas de control de IMARPE.
- 3. Viabilidad y Riesgo**
 - Pros:** Alta seguridad jurídica y permanencia en el tiempo independientemente de la voluntad de las empresas.
 - Contras:** Alta rigidez burocrática. Dependencia de los ciclos fiscales del Estado. Riesgo de desfinanciamiento si la prioridad política cambia.

Estrategia 2: Modelo de fideicomiso de vigilancia compartida (enfoque de mercado/cluster)

Concepto: Basado en la economía de escala. En lugar de que cada actor (Pluspetrol, TPdP, Municipalidad, por ejemplo) realice monitoreos aislados que se superponen espacialmente, se crea un **Fondo Fiduciario Privado** para ejecutar un **Programa de Monitoreo Integrado (PMI)** único para toda la bahía.

1. Mecanismo Técnico-Operativo

- Optimización Espacial:** Según la data de los archivos CSV ("ICA x sectores"), existen redundancias en el sector Centro y vacíos en el Norte. Esta estrategia fusiona las estaciones de monitoreo legales (Estándares de Calidad Ambiental-ECAs) de todas las empresas en una sola **Red Optimizada de la Bahía (ROB)**.
- Tercerización Unificada (opción a analizar):** El Fideicomiso contrata mediante licitación pública a un único laboratorio acreditado (ISO/IEC 17025) para muestrear toda la bahía simultáneamente. Esto elimina la variabilidad inter-laboratorio y garantiza la comparabilidad temporal de los datos.
- Cadena de Custodia Transparente:** Los resultados van directamente del laboratorio al "Gestor del ICA" (ente neutral), sin pasar por el filtro previo de las empresas, aumentando la credibilidad social.

Estrategia 2: Modelo de fideicomiso de vigilancia compartida (enfoque de mercado/cluster)

2. Modelo de Financiamiento

- **Esquema de Cotización por Impacto:** Las empresas aportan al fondo una cuota proporcional basada en el principio "Quien usa, paga y monitorea".
 - Ejemplo: El Terminal Portuario financia el análisis de Hidrocarburos y Metales. La Municipalidad y EPS financian Coliformes y Nutrientes.
- **Ahorro Operativo:** Al contratar un solo proveedor logístico (una sola embarcación, un solo equipo técnico) para toda la bahía, el costo per cápita para cada empresa disminuye entre un 20% y 30% comparado con hacerlo individualmente.
- **3. Viabilidad y Riesgo**
 - Pros: Sostenibilidad financiera robusta (fondos privados), eficiencia técnica superior (data homogénea), alta credibilidad social.
 - Contras: Requiere un alto nivel de confianza inicial y negociación legal compleja para modificar los compromisos de los IGAs (se necesita aprobación de OEFA/SENACE para cambiar monitoreos individuales por uno compartido).

Estrategia 3: Sistema híbrido de monitoreo adaptativo (enfoque técnico-científico)

Concepto: Una estrategia centrada en la **eficiencia del dato**. Combina monitoreos de alta precisión (costosos y espaciados) con monitoreos de bajo costo (frecuentes y participativos). Ideal para la gestión en crisis (ej. anoxia/varamientos).

1. Mecanismo Técnico-Operativo

- **Niveles de Información:**
 - Nivel 1 (Centinela - Diario): Implementación, a largo plazo, de sensores *in situ* (sondas multiparamétricas fijas en muelles o boyas de maricultores) que miden T°, O2, pH y Clorofila en tiempo real. Manejado por "Vigías Ambientales" (pescadores capacitados).
 - Nivel 2 (Validación - Semestral): Factible con campañas oceanográficas oficiales de IMARPE para medir la columna de agua completa y sedimentos (metales pesados), que servirían además para "re-calibrar" los sensores del Nivel 1.
- **Asimilación de Datos Satelitales:** Uso de teledetección (imágenes Sentinel-3) para correlacionar la temperatura superficial y clorofila con los datos de campo, permitiendo interpolar el ICA a zonas donde no se tomaron muestras físicas.

Estrategia 3: Sistema híbrido de monitoreo adaptativo (enfoque técnico-científico)

2. Modelo de Financiamiento

- **Fondo Mixto (Grant + Canon):**
 - Gastos de Capital o Inversión en Activos Fijos (Inversión inicial): Equipamiento financiado por cooperación internacional (como el actual Proyecto Humboldt II) o fondos de responsabilidad social empresarial.
 - Gastos Operativos (Operación): Mantenimiento de bajo costo asumido por los gremios de maricultores (su interés es proteger su producción de conchas de abanico) y la Municipalidad (Canon Pesquero).
- **Valorización de Datos:** Venta de servicios de "Alerta Temprana" a las empresas industriales (para activar planes de contingencia ante mareas rojas), generando ingresos propios para el sistema.
- **3. Viabilidad y Riesgo**
 - Pros: Alta resolución temporal (permite ver cambios diarios), empoderamiento social real, respuesta rápida ante emergencias.
 - Contras: Desafío técnico en el control de calidad de los datos tomados por terceros no científicos.



Estrategia de difusión

El dato técnico debe traducirse en lenguaje ciudadano para garantizar la presión social necesaria que mantenga vivo el sistema.

1. El Tablero de Control (Dashboard)

Una plataforma web de acceso público con dos vistas:

- **Vista Técnica:** Acceso a los datos crudos (.csv) para investigadores.
- **Vista Ciudadana:** Mapa de calor de la bahía.

2. El "Semáforo de la Bahía"

Instalación de paneles físicos LED en el Desembarcadero Pesquero Artesanal El Chaco y el Boulevard de Paracas, actualizados automáticamente tras cada reporte:

- **BANDERA VERDE:** Condiciones óptimas. "Pesca y Baño Seguros".
- **BANDERA AMARILLA:** Precaución. "Vigilancia activada" (ej. presencia leve de dinoflagelados).
- **BANDERA ROJA:** Riesgo. "Restricción temporal" (ej. derrame o contaminación fecal alta).

Comunicación



Plan de sensibilización y apropiación social del ICA Paracas

1. Objetivo general

Migrar la percepción del Índice de Calidad Ambiental (ICA) de ser un "instrumento de fiscalización punitiva" a una "herramienta de competitividad y seguridad compartida", logrando que el 100% de los miembros de la CAM Pisco lo utilicen para la toma de decisiones al finalizar el primer año.

2. Estrategia de segmentación (por grupos de interés)

No se puede dar el mismo mensaje a un alcalde que a un maricultor. Se proponen 3 módulos diferenciados:

Grupo A: Tomadores de decisión (Nivel Político-Normativo)

- **Actores:** Alcaldes (Pisco, Paracas, San Andrés). Regidores de la Comisión de Medio Ambiente, Gerentes Municipales, Gobierno Regional de Ica.
- **Dolor Principal:** Conflictos sociales, mala imagen de gestión, burocracia.
- **Mensaje Clave:** "El ICA es su escudo político. Les permite decir con ciencia que la bahía está controlada y atraer turismo seguro."

Plan de sensibilización y apropiación social del ICA Paracas

Grupo B: Generadores de datos (Nivel Técnico-Industrial)

- **Actores:** Gerentes de Sostenibilidad de empresas (Pluspetrol, TPP, APRO Pisco), Jefes de Planta, Especialistas de IMARPE/SANIPE.
- **Dolor Principal:** Costos de monitoreo duplicados, desconfianza de la comunidad ("la empresa miente"), fiscalización sorpresiva de OEFA.
- **Mensaje Clave:** "El ICA validado por IMARPE es tu mejor seguro de reputación. Además, el modelo compartido reduce tus costos operativos."

Grupo C: Usuarios del recurso (Nivel Productivo-Social)

- **Actores:** Gremios de Pescadores Artesanales, Asociaciones de Maricultores, Operadores Turísticos, ONGs locales.
- **Dolor Principal:** Muerte de conchas (pérdida de dinero), turistas que no vienen por "playas sucias".
- **Mensaje Clave:** "El ICA es tu alerta temprana. Te avisa antes de que pierdas tu cosecha. Es tu herramienta para exigir mejoras con pruebas."



ANEXO 3: Implementación del Apalancamiento Público a través del Programa Presupuestal 0144 (PP 0144)

La implementación del **Apalancamiento Público a través del Programa Presupuestal 0144 (PP 0144)** es el paso más crítico para garantizar que el Índice de Calidad Ambiental (ICA) de la Bahía de Paracas sobreviva en el tiempo y no dependa de donaciones o voluntades políticas pasajeras. Al inscribir el monitoreo del ICA dentro de este programa, el Estado "blinda" los fondos año tras año.

FASE 1: Articulación y Decisión Política (Enero - Marzo)

El proceso comienza antes de que se solicite el dinero. Las entidades deben justificar técnicamente por qué necesitan el presupuesto. El PP 0144 se llama "*Conservación y uso sostenible de ecosistemas marinos y costeros*", lo cual encaja perfectamente con el ICA Paracas.

- **Rol del MINAM (Ente Rector del PP 0144):** A través de sus especialistas en presupuesto y gestión ambiental, el MINAM brinda asistencia técnica. Su labor es explicar a las oficinas de planificación del GORE Ica y la Municipalidad Provincial de Pisco (MPP) en qué "Producto" y "Actividad" específica del PP 0144 deben encajar el monitoreo del ICA (por ejemplo, en la actividad de *Vigilancia y control de la calidad ambiental marino-costera*).
- **Rol del CGL-MIZCMC (Comité de Gestión Local):** Actúa como el ente que genera la demanda. Mediante un Acta de Sesión, el Comité solicita formalmente al Alcalde Provincial y al Gobernador Regional que aseguren el presupuesto para los monitoreos semestrales del año siguiente.

FASE 2: Programación en el Plan Operativo Institucional - POI (Abril - Mayo)

El POI es el documento donde las entidades detallan qué van a hacer el próximo año y cuántas veces lo harán (Metas Físicas). Esto se ingresa en el aplicativo informático de CEPLAN.

- **Rol de la Municipalidad Provincial de Pisco (MPP):**
 - **Acción:** La Gerencia de Gestión Ambiental se reúne con la Oficina de Planeamiento y Presupuesto.
 - **Tarea:** Crean una Actividad Operativa en su POI Multianual vinculada al PP 0144. Por ejemplo: "*Difusión y Gestión del Semáforo Ambiental de la Bahía de Paracas*".
 - **Meta Física:** Programan "2 Reportes Semestrales" o "4 Campañas de Sensibilización".
- **Rol del Gobierno Regional de Ica (GORE Ica):**
 - **Acción:** La Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente hace lo propio en su POI regional.
 - **Tarea:** Al tener mayor capacidad financiera, el GORE programa la Actividad Operativa más pesada: "*Monitoreo de la calidad de agua y evaluación de parámetros oceanográficos en la ZMC Pisco*".

- **Meta Física:** Programan "2 Campañas de Muestreo Científico" (que corresponden a la época de calor y frío requeridas por el ICA).

FASE 3: Costeo y Cuadro Multianual de Necesidades (Junio - Julio)

Una vez que han dicho *qué* van a hacer (POI), deben decir *qué necesitan comprar* para lograrlo. Esto se ingresa en el Sistema Integrado de Gestión Administrativa (SIGA) del MEF.

- **Rol del GORE Ica y MPP (Áreas usuarias y Logística):**
 - **Acción:** Traducen las metas físicas en bienes y servicios reales.
 - **Tarea del GORE Ica:** Ingresan al sistema el requerimiento logístico de campo. Por ejemplo: Compra de 200 galones de combustible (para donar a las embarcaciones de IMARPE o DICAPI), adquisición de reactivos de laboratorio (para DBO5, Coliformes, etc.), compra de frascos esterilizados, y pago de viáticos para técnicos.
 - **Tarea de la MPP:** Ingresan los requerimientos para la gestión de la plataforma: Contratación de un especialista SIG (para actualizar QGIS Cloud), impresión de paneles para el "Semáforo Ambiental" en El Chaco, y organización de las audiencias públicas.
 -

FASE 4: Aprobación del Presupuesto Institucional de Apertura - PIA (Agosto - Noviembre)

En esta fase, el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) y los Concejos respectivos aprueban el dinero.

- **Rol del MEF:** Revisa que lo programado por el GORE y la MPP tenga sustento y esté correctamente articulado al PP 0144. Asigna los techos presupuestales a nivel nacional.
- **Rol del Consejo Regional de Ica y Concejo Provincial de Pisco:**
 - **Acción:** Aprueban mediante Ordenanza/Acuerdo de Consejo su Presupuesto Institucional de Apertura (PIA) para el año fiscal siguiente.
 - **Resultado:** El dinero queda "etiquetado" legalmente. Al estar en un Programa Presupuestal (PP 0144), esos fondos no pueden ser desviados para construir veredas o pagar planillas administrativas de otras áreas; están blindados por ley para el ecosistema marino-costero de Paracas.

FASE 5: Ejecución y Monitoreo del ICA (Enero a Diciembre del año fiscal)

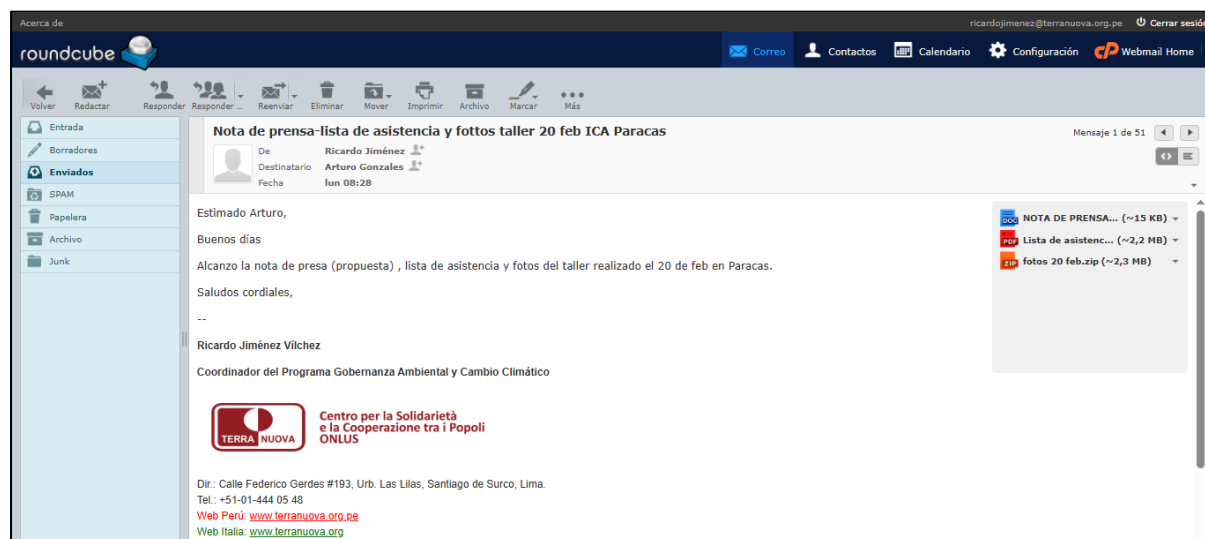
Ya con el dinero en las cuentas de la Municipalidad y el GORE, se ejecuta la logística para que el Instituto del Mar del Perú (IMARPE) y el Grupo Técnico hagan su trabajo.

- **Rol de la MPP y GORE Ica (Ejecutores del Gasto):**
 - Llevan a cabo las contrataciones públicas. Si el IMARPE no tiene combustible, el GORE Ica, mediante un convenio de cooperación interinstitucional, realiza la transferencia de los bienes (combustible y reactivos) comprados con los fondos del PP 0144.
 - La MPP financia los costos del servidor web o las licencias de la plataforma donde se aloja el ICA, así como la impresión del material visual para la población.
- **Rol del Instituto del Mar del Perú (IMARPE) y Autoridad Nacional de Sanidad e Inocuidad en Pesca y Acuicultura (SANIPES) (Brazos Técnicos):** Utilizan estos recursos públicos apalancados para salir al mar, tomar las muestras, analizar la data y calcular el valor numérico del ICA, entregando el producto final al Comité de Gestión Local.

Con la implementación, el **Comité de Gestión Local (CGL-MIZCMC)** ya no tendrá que buscar financiamiento externo o depender exclusivamente de las donaciones de empresas privadas. El mecanismo establece que la ciencia y la evaluación técnica la pone Instituto del Mar del Perú (IMARPE), la validación social la pone la CAM, pero **el impulso logístico y financiero fluye automáticamente**

desde las arcas del Estado, utilizando el engranaje del Plan Operativo Institucional (POI) de los gobiernos locales y regionales mediante el Programa Presupuestal 0144.

ANEXO 4: Nota de prensa



**NOTA DE PRENSA
(PROPUESTA)
SE PRESENTAN RESULTADOS DE LA PROPUESTA DE ÍNDICE DE CALIDAD
AMBIENTAL
(IMPULSANDO LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE LA BAHÍA DE PARACAS)**

Paracas, 20 de febrero de 2026. - Con el firme propósito de fortalecer la salud del ecosistema marino costero y promover una gestión integrada de sus recursos, este viernes 20 se llevó a cabo el taller de presentación de la propuesta del Índice de Calidad Ambiental (ICA) para la bahía de Paracas y su mecanismo de implementación. Este trascendental encuentro se enmarca dentro de las acciones del Proyecto Humboldt II, una iniciativa estratégica respaldada por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF) y el Ministerio de la Producción, diseñada para catalizar la sostenibilidad de los recursos compartidos en el Gran Ecosistema Marino de la Corriente de Humboldt.

El evento destacó por la activa y plural participación de representantes de instituciones públicas, empresas privadas y diversas organizaciones de la sociedad civil. Durante el desarrollo de las ponencias, autoridades del Ministerio del Ambiente, especialistas del Instituto del Mar del Perú (IMARPE), tomadores de decisiones y delegados del sector industrial corporativo —como Pluspetrol y Minsur— manifestaron de manera unánime la enorme importancia y utilidad práctica de esta herramienta. Los asistentes felicitaron la iniciativa, reconociendo su valor como un instrumento clave para articular esfuerzos, transparentar la información y promover un diálogo constructivo entre todos los actores de la bahía.

La creación de este Índice de Calidad Ambiental es el resultado de un riguroso trabajo técnico y científico liderado por la Unidad de Gestión del Proyecto (UGP) Humboldt II, el Ministerio del Ambiente (MINAM), el Instituto del mar del Perú (IMARPE) y la Autoridad Nacional del Agua (ANA), el cual implicó la recopilación, sistematización y análisis exhaustivo de la información histórica de la calidad ambiental de la bahía durante la última década. Para medir con precisión la salud del ecosistema, la metodología comprende la evaluación constante de variables fundamentales como la temperatura superficial del mar, los niveles de oxígeno disuelto, el pH y la concentración de sólidos suspendidos. De igual manera, el mecanismo rastrea indicadores de contaminación microbiológica y química, así como la presencia de metales pesados, factores que son determinantes para proteger la biodiversidad local y garantizar la supervivencia de especies emblemáticas como la concha de abanico.

Para asegurar una aplicación eficiente de este instrumento de monitoreo, la propuesta incluye una sectorización estratégica que divide la bahía en cuatro áreas principales de intervención: la zona industrial, el sector turístico del Chaco, las áreas dedicadas a la acuicultura y el recinto portuario. El seguimiento de estas zonas estará soportado por un Sistema de Información Geográfica (SIG) ambiental. Esta plataforma de visualización tecnológica permitirá no solo el análisis continuo de los indicadores del ICA, sino que también facilitará la sostenibilidad y difusión ciudadana de los datos recolectados.

Finalmente, la implementación del ICA ha sido diseñada para atender las necesidades de los distintos grupos involucrados en el ámbito marino costero de Pisco. El índice actuará como un respaldo técnico y político para las autoridades locales, funcionará como un sistema de alerta temprana indispensable para los gremios pesqueros y maricultores, y servirá como un mecanismo de validación reputacional para las empresas que operan en la zona. Con esta suma de voluntades y herramientas de vanguardia, el Proyecto Humboldt II reafirma su compromiso de restaurar la biodiversidad de la bahía de Paracas, asegurando ecosistemas saludables que impulsen el desarrollo de una economía sostenible y competitiva en beneficio de toda la población.



PROYECTO
HUMBOLDT II
HACIA LA SUSTENTABILIDAD DEL
GRAN ECOSISTEMA MARINO



PERÚ

Ministerio
de la Producción

