

Manual de Referencia

en Mejores Prácticas de Gestión de Datos Oceánicos

Guías y metodologías

2018



Manual de Referencia en Mejores Prácticas de Gestión de Datos Oceánicos Número 3/2018

Una publicación electrónica del Comité Técnico Nacional de Coordinación de Datos e Información Oceánica - CTN Diocean, de la Comisión Colombiana del Océano - CCO Bogotá D.C., Colombia www.cco.gov.co

DIRECCIÓN

Vicealmirante Mario Germán Rodríguez Viera
Director General Marítimo - Dimar

Capitán de Navío Alex Fernando Ferrero Ronquillo
Secretario Ejecutivo de la CCO

Profesional de Defensa Milton Puentes Galindo
Coordinador del CTN Diocean

CONTENIDOS

Fredy Alberto Gutiérrez García
Ana Alexandra Morales Escobar
Carlos Alberto Sedano Ariza
Instituto Geográfico Agustín Codazzi – IGAC

Ruby Viviana Ortiz Martínez
Dirección General Marítima – Dimar

Diana Paulina Castañeda Rodríguez
Néstor Ricardo Bernal Suárez
Martha Cecilia Gutiérrez Sarmiento
Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Mauro Maza Chamorro
Roberto del Río Colón
Erick Campo Rojas
Universidad Tecnológica de Bolívar – UTB

Erika Montoya-Cadavid
Julio Bohórquez
Carolina García
Diana Isabel Gómez
Leonardo Arias
Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras – INVEMAR

Raúl Hernando López Peralta
Universidad Militar Nueva Granada – UMNG

Margarita Rozo
Viviana Rodríguez
Inés Sánchez
Alejandro Henao
Milena Marrugo
Parques Nacionales Naturales de Colombia – PNNC

Ludwing Ehrhardt Arzuza
Agencia Nacional de Hidrocarburos – ANH

Omar Gonzalo Santafé Alfonso
Jaime Alberto Garzón Barrios
Alberto García Bolívar
Pedro Augusto Rangel Segura
Rigoberto Blandón Grajales
Laura Liliana García
Servicio Geológico Colombiano – SGC

José Anderson Castañeda Zamora
Luis Alejandro Montenegro Ramírez
Luisa Fernanda Suárez León
María Ximena Correa Olarte
Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE

REVISORES

Juan Carlos Martínez Santos – UTB
Ruby Viviana Ortiz Martínez – Dimar
Diego Armando Pulido – Dimar
Jaime Alberto Garzón Barrios – SGC

COORDINACIÓN EDITORIAL Y CONCEPTO GRÁFICO

Ruby Viviana Ortiz Martínez – Dimar – Corrector de estilo
Melissa Díaz Quintero – Dimar – Diseño gráfico

EDITORIAL DIMAR

Fotografía:

Expedición Científica Seaflower 2018: Isla Cayos de Albuquerque. Cortesía del fotógrafo Santiago Estrada

ISSN 2539-2212 (en línea)



Manual de Referencia en Mejores Prácticas de Gestión de Datos Oceánicos. Número 3/2018 por CCO se encuentra bajo una [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).



Manual de Referencia en Mejores Prácticas de Gestión de Datos Oceánicos

Número 3/2018

Bogotá D.C., Colombia. Diciembre de 2018

El "Manual de Referencia en Mejores Prácticas de Gestión de Datos Oceánicos" es un producto del Grupo de Trabajo en Mejores Prácticas de Gestión de Datos (GT MPGD), el cual hace parte de la estructura interna del Comité Técnico Nacional de Coordinación de Datos e Información Oceánica (CTN Diocean) de la Comisión Colombiana del Océano (CCO), y tiene por objeto recomendar estándares y mejores prácticas para la gestión de datos e información oceánica del país en todo su ciclo de vida, teniendo en cuenta los niveles nacional, regional y local.

Es de carácter técnico e informativo, en idioma español y en formato electrónico. La información y conceptos expresados en esta publicación deben ser utilizados por los interesados bajo su responsabilidad y criterio, sin embargo, se entiende que cualquier divergencia con lo publicado es de interés del CTN Diocean, por lo que se agradece el envío de sus observaciones o sugerencias al correo electrónico oceano@cco.gov.co.

Este producto intelectual está protegido por el Copyright y cuenta con una política de acceso abierto para su consulta. Sus condiciones de reconocimiento, uso y distribución están definidas por el licenciamiento *Creative Commons* (CC), que expresa de antemano los derechos definidos.

Cítese la obra completa de la siguiente manera:

CTN Diocean. (2018). Manual de Referencia en Mejores Prácticas de Gestión de Datos Oceánicos. Número 3/2018. Bogotá D.C., Colombia: DIMAR. DOI 10.26640/25392212.3.2018

Cítense los capítulos así:

Gutiérrez García, Fredy Alberto; Morales Escobar, Ana Alexandra y Sedano Ariza, Carlos Alberto. (2018). Integración de Estándares Tierra-Océano: Estado del Arte. En CTN Diocean. (Ed.), Manual de Referencia en Mejores Prácticas de Gestión de Datos Oceánicos. Número 3/2018 (pp. 07-24). Bogotá, D.C., Colombia: DIMAR.

Ortiz Martínez, Ruby Viviana. (2018). Planeación y normalización de datos océano-atmosféricos. En CTN Diocean. (Ed.), Manual de Referencia en Mejores Prácticas de Gestión de Datos Oceánicos. Número 3/2018 (pp. 25-27). Bogotá, D.C., Colombia: DIMAR.

Castañeda Rodríguez, Diana Paulina; Bernal Suárez, Néstor Ricardo; Ortiz Martínez, Ruby Viviana y Gutiérrez Sarmiento, Martha Cecilia. (2018). Control de calidad a datos de Temperatura Superficial del Mar (TSM). En CTN Diocean. (Ed.), Manual de Referencia en Mejores Prácticas de Gestión de Datos Oceánicos. Número 3/2018 (pp. 28-31). Bogotá, D.C., Colombia: DIMAR.

Maza Chamorro, Mauro; Del Río Colón, Roberto y Campo Rojas, Erick. (2018). Uso de información de viento y oleaje en el Caribe. En CTN Diocean. (Ed.), Manual de Referencia en Mejores Prácticas de Gestión de Datos Oceánicos. Número 3/2018 (pp. 32-36). Bogotá, D.C., Colombia: DIMAR.

Montoya-Cadavid, Erika; Bohórquez, Julio y García, Carolina. (2018). Datos para biodiversidad marina y costera. En CTN Diocean. (Ed.), Manual de Referencia en Mejores Prácticas de Gestión de Datos Oceánicos. Número 3/2018 (pp. 37-45). Bogotá, D.C., Colombia: DIMAR.

Gómez, Diana Isabel; García, Carolina y Arias, Leonardo. (2018). Datos de arrecifes coralinos. En CTN Diocean. (Ed.), Manual de Referencia en Mejores Prácticas de Gestión de Datos Oceánicos. Número 3/2018 (pp. 46-50). Bogotá, D.C., Colombia: DIMAR.

López Peralta, Raúl Hernando. (2018). Métodos de captura-análisis de muestras de mesozooplankton del Océano Pacífico colombiano. En CTN Diocean. (Ed.), Manual de Referencia en Mejores Prácticas de Gestión de Datos Oceánicos. Número 3/2018 (pp. 51-55). Bogotá, D.C., Colombia: DIMAR.

Rozo, Margarita; Rodríguez, Viviana; Sánchez, Inés; Henao, Alejandro y Marrugo, Milena. (2018). Manejo de datos en áreas protegidas de Parques Nacionales Naturales de Colombia. En CTN Diocean. (Ed.), Manual de Referencia en Mejores Prácticas de Gestión de Datos Oceánicos. Número 3/2018 (pp. 56-62). Bogotá, D.C., Colombia: DIMAR.

Ehrhardt Arzuza, Ludwig; Rangel Segura, Pedro Augusto; Blandón Grajales, Rigoberto y García, Laura Liliana. (2018). Información batimétrica para la exploración de hidrocarburos. En CTN Diocean. (Ed.), Manual de Referencia en Mejores Prácticas de Gestión de Datos Oceánicos. Número 3/2018 (pp. 63-72). Bogotá, D.C., Colombia: DIMAR.

Garzón Barrios, Jaime Alberto; Santafé Alfonso, Omar Gonzalo y García Bolívar, Alberto. (2018). Información geocientífica de zonas costeras como apoyo al conocimiento oceánico del país. En CTN Diocean. (Ed.), Manual de Referencia en Mejores Prácticas de Gestión de Datos Oceánicos. Número 3/2018 (pp. 73-77). Bogotá, D.C., Colombia: DIMAR.

Castañeda Zamora, José Anderson; Montenegro Ramírez, Luis Alejandro; Suárez León, Luisa Fernanda y Correa Olarte, María Ximena. (2018). Generación de estadísticas oficiales en Colombia. En CTN Diocean. (Ed.), Manual de Referencia en Mejores Prácticas de Gestión de Datos Oceánicos. Número 3/2018 (pp. 78-83). Bogotá, D.C., Colombia: DIMAR.

CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN.....	4
1. INTEGRACIÓN DE ESTÁNDARES TIERRA-OCÉANO: ESTADO DEL ARTE.....	7
1.1. CONTEXTO INTERNACIONAL	8
1.1.1 Naciones Unidas.....	8
1.1.2 Europa	13
1.1.3 América	15
1.1.4 Oceanía	17
1.2. RELACIÓN DE ESTÁNDARES HIDROGRÁFICOS Y GEOESPACIALES.....	18
1.2.1. Modelo universal de datos hidrográficos S-100	18
1.2.2. Serie de normas de información geográfica ISO19100	21
1.2.3. Relación entre estándares S-100 e ISO19100.....	22
1.3. CONCLUSIONES.....	23
2. EXPERIENCIAS EXITOSAS	25
2.1. PLANEACIÓN Y NORMALIZACIÓN DE DATOS OCÉANO-ATMOSFÉRICOS	25
2.2. CONTROL DE CALIDAD DE DATOS DE TEMPERATURA SUPERFICIAL DEL MAR (TSM)	28
2.3. USO DE INFORMACIÓN DE VIENTO Y OLEAJE EN EL CARIBE.....	32
2.4. DATOS PARA BIODIVERSIDAD MARINA Y COSTERA	37
2.5. DATOS DE ARRECIFES CORALINOS	46
2.6. MÉTODOS DE CAPTURA-ANÁLISIS DE MUESTRAS DE MESOZOOPLANCTON DEL OCÉANO PACÍFICO COLOMBIANO	51
2.7. MANEJO DE DATOS EN ÁREAS PROTEGIDAS DE PARQUES NACIONALES NATURALES DE COLOMBIA ...	56
2.8. INFORMACIÓN BATIMÉTRICA PARA LA EXPLORACIÓN DE HIDROCARBUROS.....	63
2.9. INFORMACIÓN GEOCIENTÍFICA DE ZONAS COSTERAS COMO APOYO AL CONOCIMIENTO OCEÁNICO DEL PAÍS	73
2.10. GENERACIÓN DE ESTADÍSTICAS OFICIALES EN COLOMBIA.....	78
3. BIBLIOGRAFÍA	84
4. SIGLAS.....	98

LISTA DE FIGURAS ►

Pág.

Figura 1. Ciclo de vida del dato (Adaptado de SLGO, 2015, p. 9).	5
Figura 2. Aspecto del portal <i>Ocean Data Standards</i> (ODS).	10
Figura 3. Geoportal de la IDE del Ártico.....	11
Figura 4. Datos y productos de GEBCO.....	12
Figura 5. Catálogo de servicios del Geoportal de Copernicus.	13
Figura 6. Aspecto del portal web SOCIB.	14
Figura 7. Geoportal de datos espaciales del Instituto Español de Oceanografía	15
Figura 8. Plataforma de productos y servicios de <i>Ocen Networks Canada</i>	16
Figura 9. Acceso abierto a datos oceánicos de Australia.....	17
Figura 10. Pasos para el procesamiento y depósito de datos en el Cecoldo (Fuente Dimar, 2018a, p. 3.).	25
Figura 11. Metodología para el control de calidad de datos oceanográficos (Adaptado de Castañeda, 2017).	28
Figura 12. Resultados de la aplicación de banderas de calidad por etapas (Adaptado de Castañeda, 2017).	31
Figura 13. Muestra de artículos indexados y tesis de investigación utilizando información de oleaje en el Caribe.	33
Figura 14. Información de viento y oleaje usada en publicaciones indexadas y tesis de investigación el Caribe.	34
Figura 15. Esquematización de las etapas conceptuales del ciclo del dato para biodiversidad marina y costera.....	39
Figura 16. Resumen del ciclo del dato sobre condición tendencia de arrecifes coralinos.....	47
Figura 17. Mapa del área de estudio y red de estaciones PACÍFICO-ERFEN para la captura del mesozooplancton.....	53
Figura 18. Ciclo de vida de los datos manejados en PNNC (Fuente PNNC).....	57
Figura 19. Uso de los datos oceánicos para el manejo de las AMP (Fuente PNNC).....	62
Figura 20. Levantamiento batimétrico multihaz	64
Figura 21. Mapa con el tipo de despliegue geográfico (Fuente BIP-SGC).	68
Figura 22. Topografía marina resultante de los estudios de batimetría para posible ubicación de anclajes o cimentación.....	69
Figura 23. Tipos de estructuras según la lámina de agua (Fuente ANH).....	70
Figura 24. Topografía y trazado de líneas submarinas de transporte de hidrocarburos.	71
Figura 25. Ejemplo de una búsqueda geográfica en el MIIG.	75
Figura 26. Ejemplo de búsqueda por texto libre en el MIIG.....	76
Figura 27. Proceso estadístico (Fuente DANE, 2017a, p. 11).....	82

LISTA DE TABLAS ►

Pág.

Tabla 1. Registro de Información Geoespacial de la OHI.....	20
Tabla 2. Herramientas y estándares usados para la verificación y documentación de datos de biodiversidad marino-costera.....	42
Tabla 3. Compendio de tesis de grado y artículos científicos sobre el zooplancton en el OPC-ERFEN..	52
Tabla 4. Variables oceánicas medidas en las AMP del SPNN.....	58
Tabla 5. Relación de información batimétrica existente en el BIP-SGC.	65
Tabla 6. Relación de información de Pistón Core disponible en la Litoteca Guatiguará - SGC.	67

INTRODUCCIÓN

El Comité Técnico Nacional de Coordinación de Datos e Información Oceánica (CTN Diocean) fue creado mediante Resolución de la Secretaría Ejecutiva de la Comisión Colombiana del Océano (SECCO) No. 005 de 2015, y de acuerdo a su Artículo 3 tiene por objeto “Promover la articulación de esfuerzos y capacidades institucionales en la adecuada gestión de datos oceánicos e información marina colombiana, para facilitar el intercambio de datos e información”. Hacen parte de este comité institutos de investigación, entidades públicas y académicas que producen y gestionan datos en el país. Cabe anotar que el CTN Diocean se enmarca en la Política Nacional del Océano y de los Espacios Costeros (PNOEC), dentro de las líneas de acción para el “Fortalecimiento de la Gobernanza Marino-Costera”, específicamente en lo relacionado con “Consolidación Institucional y Políticas” (CCO, 2017).

El CTN Diocean cuenta con dos grupos de trabajo, uno de ellos es el Grupo de Trabajo en Mejores Prácticas de Gestión de Datos (GT-MPG) coordinado por la Dirección General Marítima (Dimar), en el cual participan delegados de los miembros del Comité, tales como: el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés (Invemar), Parques Nacionales Naturales de Colombia (PNNC), Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam), Servicio Geológico Colombiano (SGC), Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), Agencia Nacional de Hidrocarburos (ANH) y Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE); asimismo, son invitados el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Universidad Tecnológica de Bolívar (UTB), Universidad Militar Nueva Granada (UMNG), y Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla”.

De acuerdo al Plan de Trabajo 2015-2020 del CTN Diocean, el GT-MPG tiene a su cargo cinco actividades encaminadas a recomendar mejores prácticas de gestión para todo el ciclo de vida de datos oceánicos. Por ello, el GT acordó desarrollar la publicación seriada “Manual de Referencia en Mejores Prácticas de Gestión de Datos Oceánicos” (MR-MPGDO), en la que se abordarán una a una las temáticas de interés para la comunidad nacional en esta materia, permitiendo un punto de encuentro multidisciplinario y la divulgación de las capacidades de las entidades colombianas productoras y gestoras de datos e información oceánica.

El primer número de la publicación incluyó información sobre formatos, estándares y vocabularios; el segundo se enfocó en recomendaciones para la formulación de políticas de acceso e intercambio de datos oceánicos; el tercer número que se presenta a continuación, nace del interés del GT de dar a conocer las guías y metodologías que aplican las instituciones y la academia en las diferentes etapas del ciclo de vida de los datos oceánicos del país, y de esta manera contribuir con el “aumento del valor intrínseco de los datos como resultado de las diversas formas de compartirlo, integrarlo, divulgarlo, y / o re-utilizarlo para desarrollar productos y servicios” (Adaptado de SLGO, 2015, p. 9).

Para el propósito del presente número del MR-MPGDO, se adaptó el ciclo de vida del dato descrito por SLGO, 2015, p. 10-24 (Figura 1), compuesto por las siguientes etapas:

- **Planificación.** Es la primera etapa y es esencial para una buena gestión de datos, ya que plantea la estrategia de adquisición (objetivos, necesidades, riesgos, costos, etc.) y conservación de estos recursos en el mediano y largo plazo.
- **Adquisición.** Consiste en la toma de los datos y el aseguramiento de la calidad de estos.
- **Procesamiento.** Se ejecutan procesos de normalización, validación y control de calidad para facilitar el descubrimiento y posterior uso de los datos.
- **Archivo.** Tiene en cuenta los formatos de almacenamiento, la estrategia de conservación y la documentación de los datos¹. Esta última ayuda a los usuarios a comprender el contexto y los métodos utilizados durante la recopilación y archivo de los datos.
- **Acceso y uso.** Comprende la propiedad intelectual y el reconocimiento de los datos, tipos de acceso, integración con otros sistemas, visualización y análisis, productos y servicios para la toma de decisiones, y finalmente la retroalimentación por parte del usuario.

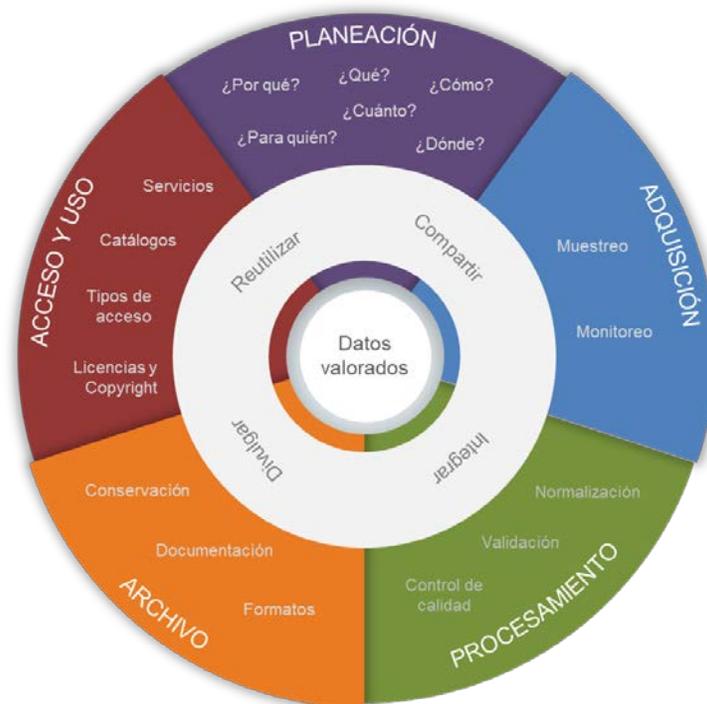


Figura 1. Ciclo de vida del dato (Adaptado de SLGO, 2015, p. 9).

¹ Los metadatos hacen parte de la documentación de los datos (Traducido de SLGO, 2015, p. 18).

Cabe destacar que todos los números de la publicación MR-MPGD han incluido en sus primeros capítulos un inventario actualizado de los sistemas de información y servicios que permiten acceder a datos oceánicos colombianos. En esta oportunidad el IGAC a través de la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE), muestra los avances en cuanto a la integración de estándares Tierra-Océano, así como sistemas del orden mundial, regional y local que los implementan.

1.1. CONTEXTO INTERNACIONAL

En los últimos años se ha incrementado el desarrollo de programas, de sistemas de información y observación de zonas costeras, mares y océanos, que ofrecen productos y datos en tiempo real y cuasi real provenientes de boyas, satélites, buques, planeadores autónomos y radares, entre otros, como apoyo a labores de investigadores y entidades interesadas en información y conocimiento oceánico.

Este tipo de iniciativas son un resultado de los programas de atención al cambio climático, y como un medio de empoderamiento de los gobiernos locales y la sociedad en general para la gestión sostenible a partir del conocimiento a información relacionada con diversos recursos como el agua y en apoyo a la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible. A continuación, se presentan algunos casos en áreas o gobiernos específicos.

1.1.1 Naciones Unidas

Grupo de Expertos en Gestión Global de Información Geoespacial

El Grupo de expertos en Gestión Global de Información Geoespacial de las Naciones Unidas (UNGGIM, por sus siglas en inglés) resaltó la importancia de poner en marcha un Grupo de Trabajo sobre Información geoespacial marina que genere conocimiento y aumente significativamente la disponibilidad de este tipo de información en condiciones de calidad, oportunidad y confiabilidad, atendiendo a las prioridades de las naciones participantes en cuanto a desarrollo y ambiente.

Este Grupo de Trabajo promueve desde 2017 la interoperabilidad de datos geoespaciales, un requisito clave para el desarrollo sostenible en campos tales como la planificación y administración del uso de aguas continentales, mares y océanos, construcción, gestión del agua y evaluación de riesgos. Para cumplir tal propósito, el Grupo trabaja en la identificación y recomendación de estándares, esquemas y buenas prácticas tecnológicas, impulsando la creación de Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) marinas y su integración con las tradicionales IDE que han trabajado datos terrestres, con el propósito de fortalecer las IDE del orden nacional, generando capacidades y recomendaciones para gestionar información de mares, océanos y otras características marinas.

A la fecha de publicación del presente documento dicho Grupo actúa de acuerdo a un plan de trabajo 2018-2019, que comprende las siguientes líneas de acción (UNGGIM, 2018a):

- Reconocer las iniciativas de desarrollo de capacidades que pueden beneficiarse de las actividades del Grupo de Trabajo.
- Servir de enlace con las organizaciones pertinentes, como la Organización Hidrográfica Internacional (OHI) y los comités regionales de UNGGIM.

- Reconocer y comprender las normas para la información geoespacial en aguas marinas y continentales, con el fin de adoptarlas.
- Desarrollar el Plan de comunicaciones.
- Elaborar y aplicar los casos de uso de productos que posibiliten la disponibilidad y el acceso a la información geoespacial marina, por ejemplo:
 - Los datos marinos son necesarios para responder a desastres naturales y para el beneficio de la comunidad internacional en la posibilidad de tener acceso a datos actualizados.
 - Uso de tecnologías móviles para datos náuticos como herramienta y ayuda al pescador local. (UNGGIM, 2017)

De igual manera, el Grupo trabaja en la generación de lineamientos y la puesta en marcha de buenas prácticas, el mejoramiento y promoción de técnicas de generación e intercambio de cartografía de mares y océanos, estableciendo una frecuencia de mantenimiento y promoviendo la mejora de infraestructuras de datos espaciales, motivando a los países miembros acerca de compromisos derivados de compartir información geoespacial marina. (UNGGIM, 2018b).

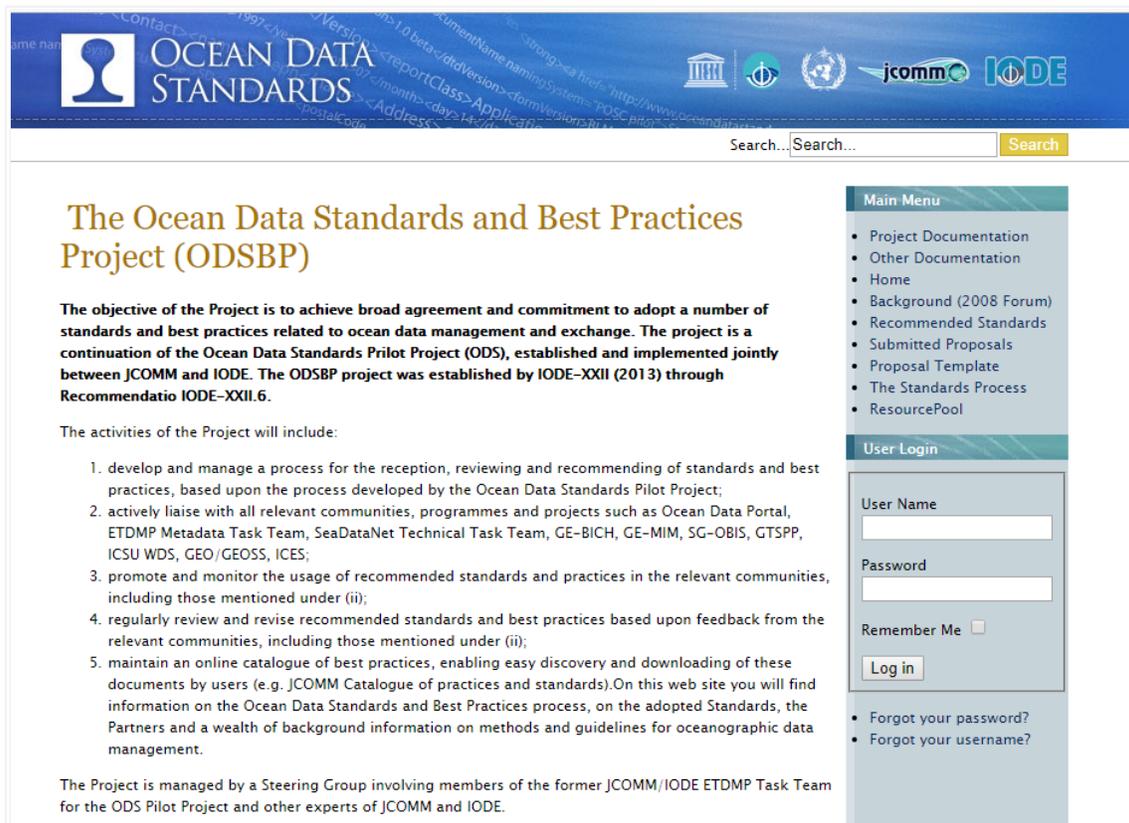
Los actores que están llevando a cabo dicho trabajo lo conforman 12 Estados miembros (Estados Unidos, Chile, Dinamarca, Jamaica, México, Noruega, Reino Unido, China, Italia, Malasia, Holanda, República de Corea), la OHI, dos miembros de la red del sector privado de Naciones Unidas (ESRI y OceanWise), la División de Asuntos Oceánicos y del Derecho del Mar y la Oficina de Asuntos Jurídicos de Naciones Unidas.

UNESCO - Comisión Oceanográfica Intergubernamental

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) a través de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) ha aportado desde 1960 en la gestión de datos oceánicos y marino-costeros con el desarrollo de programas orientados a la generación de capacidades técnicas en la materia. Desde hace 42 años, Colombia ha tenido una participación activa dentro de la COI, y por más de 30 años ha operado la sede de la Secretaria de IOCARIBE en la ciudad de Cartagena, Colombia (CCO, s.f.).

Este es el caso del programa para el Intercambio Internacional de Datos e Información Oceanográficos (IODE, por sus siglas en inglés), orientado a la conformación de una red de servicios de datos oceanográficos de los países miembros, y cuyos objetivos están encaminados a promover el intercambio y acceso a datos marinos y oceanográficos, y a apoyar a los países miembros en adquirir las capacidades necesarias para la gestión de datos e información marina.

Dentro de la estrategia que el programa internacional IODE ha desarrollado para generar o mejorar las capacidades técnicas de los Estados miembros y por ende de la comunidad oceanográfica, se encuentra capacitar a los diferentes coordinadores, gerentes, y demás responsables de proyectos de Centros o redes de datos oceanográficos a nivel mundial. Para ello, implementó la iniciativa “[Ocean Teacher Academy](#)” (IOC, s.f.), una red global de Centros de Entrenamiento con el que se pretende aumentar las capacidades de los países en temas tales como gestión de datos oceanográficos e información marina. Adicionalmente, IODE cuenta con una serie de herramientas y servicios, como son “[Ocean Data Standards](#)” (Figura 2), “[Ocean Best Practices](#)”, “[Ocean Data Portal](#)”, “[Ocean Docs](#)” y “[Ocean Expert](#)”. Actualmente trabaja en los proyectos “[Quality Management Framework \(QMF\)](#)”, “[Open Science Directory](#)” y “[Ocean Knowledge Platform](#)”. Este último es un proyecto piloto con la visión de construir una plataforma de descubrimiento de conocimiento en todos los sitios web y bases de datos relacionados con el sector oceánico y marino (UNESCO, 2017).



The screenshot shows the homepage of the Ocean Data Standards (ODS) website. The header is blue with the ODS logo on the left and several navigation icons on the right. Below the header is a search bar. The main content area is titled "The Ocean Data Standards and Best Practices Project (ODSBP)" in a large, bold font. Below the title is a paragraph describing the project's objective: "The objective of the Project is to achieve broad agreement and commitment to adopt a number of standards and best practices related to ocean data management and exchange. The project is a continuation of the Ocean Data Standards Pilot Project (ODS), established and implemented jointly between JCOMM and IODE. The ODSBP project was established by IODE-XXII (2013) through Recommendation IODE-XXII.6." Below this is a list of activities the project will include, numbered 1 to 5. To the right of the main content is a sidebar with a "Main Menu" section containing links to Project Documentation, Other Documentation, Home, Background (2008 Forum), Recommended Standards, Submitted Proposals, Proposal Template, The Standards Process, and ResourcePool. Below the menu is a "User Login" section with input fields for User Name and Password, a "Remember Me" checkbox, and a "Log in" button. At the bottom of the sidebar are links for "Forgot your password?" and "Forgot your username?".

Figura 2. Aspecto del portal *Ocean Data Standards* (ODS)².

² Recuperado de: <http://www.oceandatastandards.org/>

Infraestructura de Datos Espaciales del Ártico

La Infraestructura de Datos Espaciales del Ártico (Arctic SDI) es una iniciativa creada en el 2015 en respuesta a los efectos adversos del cambio climático producidos en el Ártico y la necesidad de contar con datos terrestres y marinos de la región para facilitar el monitoreo, la investigación, el desarrollo empresarial, la gestión pública, la preparación para emergencias y la toma de decisiones (Arctic SDI, 2015).

Esta IDE (Figura 3) está alineada con iniciativas similares del orden global, regional y nacional tales como UNGGIM, OHI, *Group on Earth Observations* (GEOSS), la IDE de Europa (*Infrastructure for Spatial Information in the European Community*, INSPIRE), la IDE de Estados Unidos (National Spatial Data Infrastructure, NSDI) y la IDE de Canadá (*Canada's Spatial Data Infrastructure*, CGDI). Los actores involucrados son las agencias cartográficas de los Estados pertenecientes al Consejo Ártico: Canadá, Dinamarca, Finlandia, Islandia, Noruega, Rusia, Suecia, Estados Unidos, así como por expertos y científicos (privados y públicos) y la Comisión Hidrográfica de la región.

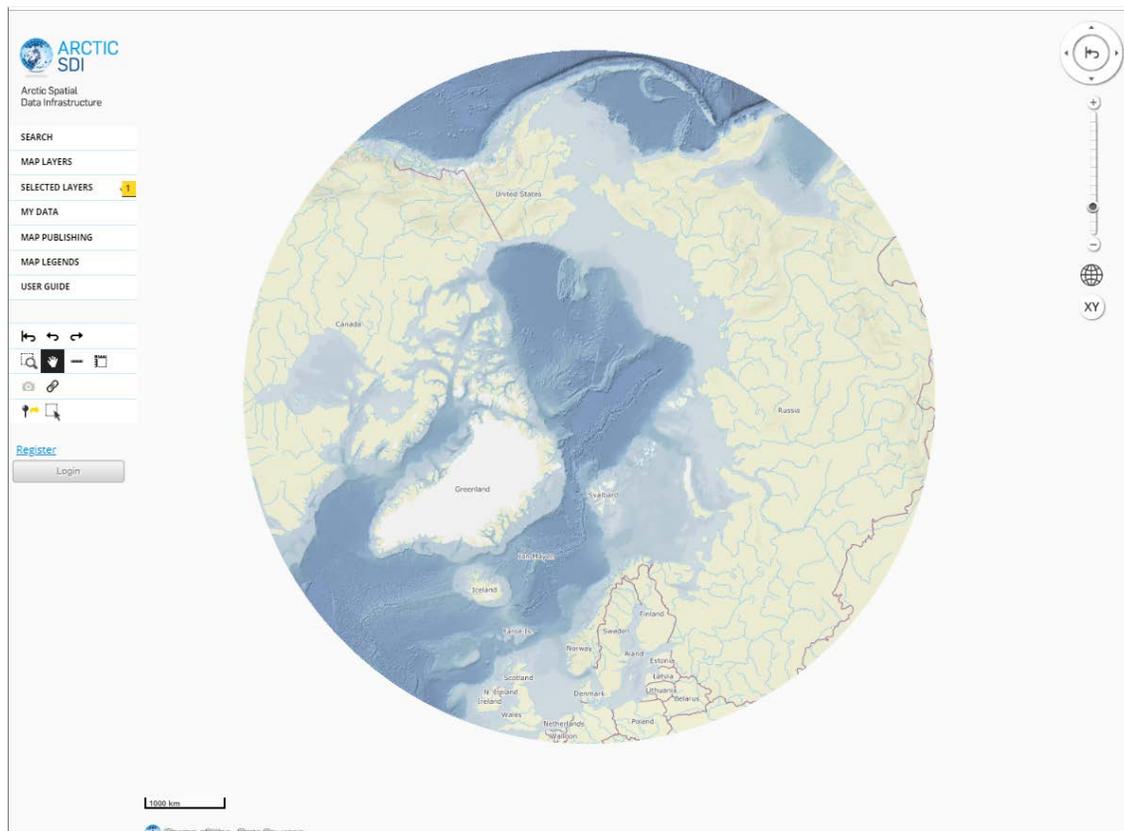


Figura 3. Geoportal de la IDE del Ártico³.

³ Recuperado de: <https://geoportal.arctic-sdi.org/>

Proyecto Carta General batimétrica de los Océanos GEBCO

El proyecto *General Bathymetric Chart of the Oceans* (GEBCO) auspiciado por la COI y OHI, tiene como objetivo fundamental unificar y compartir información batimétrica a nivel mundial proveniente de todo tipo de entidades e instituciones que realicen levantamientos en cualquier parte del mundo. Se puede acceder a la información y herramientas disponibles a través de su sitio web⁴ (Figura 4).

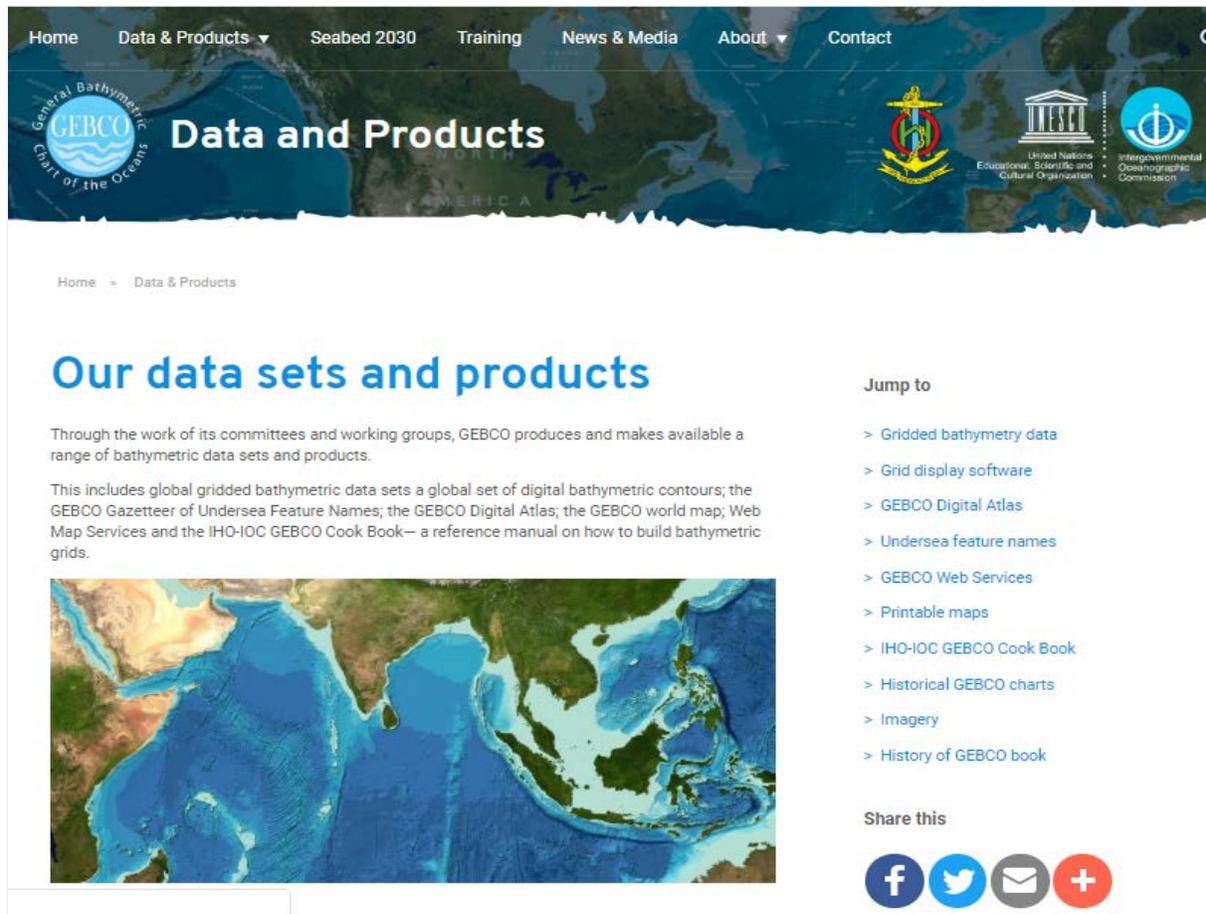


Figura 4. Datos y productos de GEBCO⁵.

⁴ Recuperado de: <https://www.gebco.net>

⁵ Recuperado de: https://www.gebco.net/data_and_products/

1.1.2 Europa

Servicio de Monitoreo del Medio Marino de la Unión Europea

Un caso que permite el acceso a información básica del océano global y siete mares regionales, haciendo uso de sensores remotos, es la plataforma de Copernicus de la Unión europea, cuyo sistema de observación se basa en una serie de satélites públicos, comerciales y terrestres, dispuesto como un servicio abierto en operación desde el año 2015. Ofrece acceso a productos oceanográficos diseñados para responder problemas del sector científico y comercial, habilitando la capacidad de observar, entender y anticiparse a eventos del entorno marino. El proyecto “*Copernicus Marine Environment Monitoring Service*” es financiado por la Unión Europea y en la Figura 5 se aprecian las opciones de acceso a su catálogo de servicios.



Figura 5. Catálogo de servicios del Geoportal de Copernicus⁶.

Sistema Costero de Observación y Pronóstico de las Islas Baleares

En el contexto europeo también se encuentra el Sistema Costero de Observación y Pronóstico de las islas Baleares (SOCIB por sus siglas en inglés), que en conjunto con MINECO-Govern Illes Balears, y “*Balearic Islands Coastal Observing and Forecasting System*”, implementan una serie de plataformas diseñadas para la observación, consulta y predicción de fenómenos costeros de las islas Baleares, a partir de desarrollos tecnológicos o aplicaciones web. Gracias a estas aplicaciones la sociedad y la comunidad científica pueden obtener datos y monitorear en tiempo real el estado de las playas, información periódica sobre oleadas, sedimentos y la morfología de zonas costeras (Figura 6).

⁶ Recuperado de: <http://marine.copernicus.eu/science-learning/ocean-monitoring-indicators/catalogue/>.

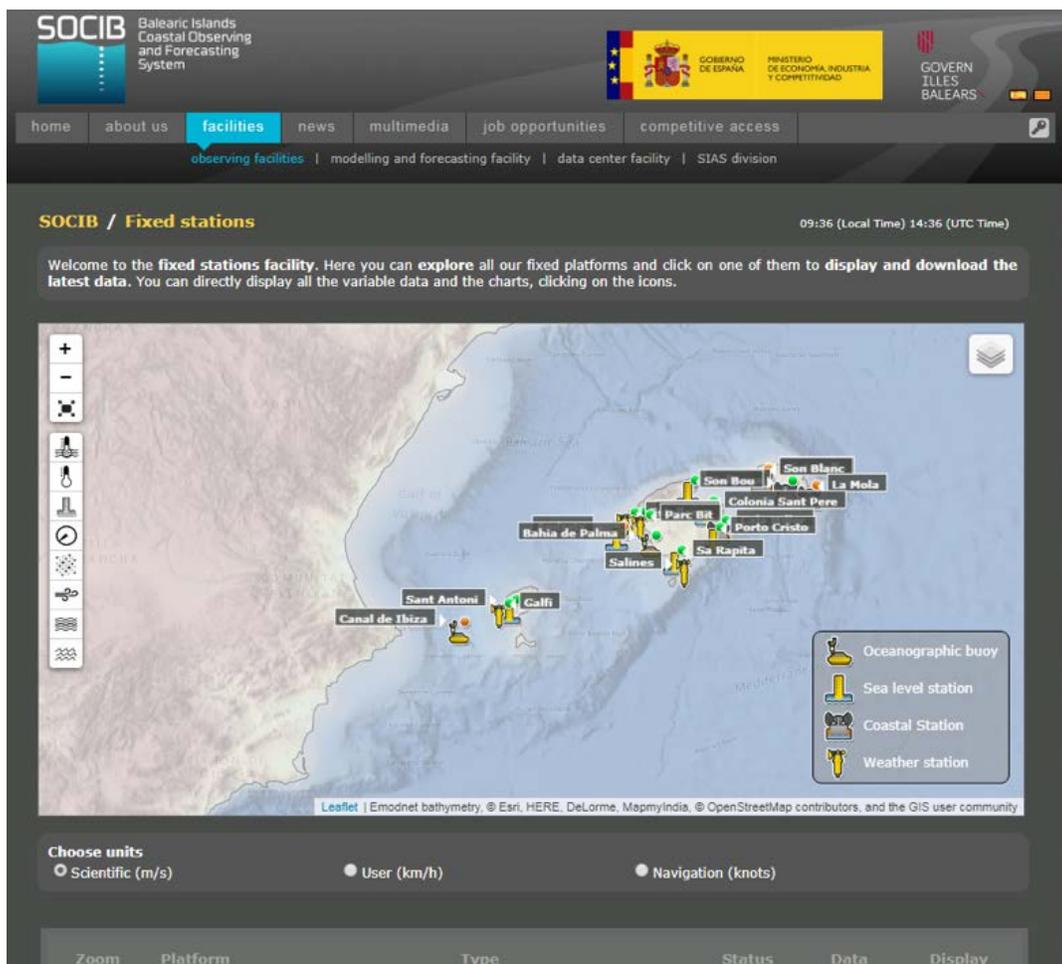


Figura 6. Aspecto del portal web SOCIB⁷.

Instituto Español de Oceanografía

En España, el Instituto Español de Oceanografía ha desplegado un geoportal y una serie de herramientas tecnológicas que están dispuestas a los ciudadanos para la consulta y gestión de datos oceanográficos (Figura 7). Los productos de investigación están basados en estudios del medio marino, la planificación espacial marina, y el impacto de actividades humanas sobre espacios marinos.

Este geoportal hace uso de aplicaciones de Sistemas de Información Geográfica (SIG), con una simbología clara, permitiendo consultar y analizar información espacial del medio marino, aplicando estándares internacionales y desarrollando bases de datos interoperables las cuales permiten el intercambio de información con otras entidades europeas. Dentro de esta interoperabilidad se encuentra la Directiva INSPIRE 2007/2/CE.

⁷ Recuperado de: <http://www.socib.eu/?seccion=observingFacilities&facility=beachMonitoring>.

Inicio sesión Ayuda Acerca de

Geoportal de la Infraestructura de Datos Espaciales del Instituto Español de Oceanografía

INICIO BUSCAR EXAMINAR ENLACES VISUALIZADOR DE METADATOS

Detalles Revisar Relaciones Vista previa

Servicio WMS 1.3.0 de Información Marina de Referencia

URL:

Insertar:

Mapa base

Servicio WMS 1.3.0 de Información Marina de Referencia
WMS con información marina de referencia
[Abrir Vista previa](#) [Agregar al mapa](#) [Detalles](#) [Metadatos](#)

Figura 7. Geoportal de datos espaciales del Instituto Español de Oceanografía⁸

1.1.3 América

América del Norte

El proyecto Neptuno (*North - East Pacific Time-series Undersea Networked Experiments*) del programa “*Ocean Networks Canada*” de la Universidad de Victoria, permite el acceso desde laboratorios locales a datos en tiempo real, obtenidos mediante tecnologías de “*Big Data*”, observaciones y sistemas de control remoto en tres regiones diferentes del océano mundial, proporcionando a la comunidad científica datos de variables físicas, químicas, biológicas y geológicas de estaciones costeras (Figura 8).

⁸ Recuperado de: <http://www.geo-ideo.ieo.es/geoportalideo/catalog/main/home.page>.

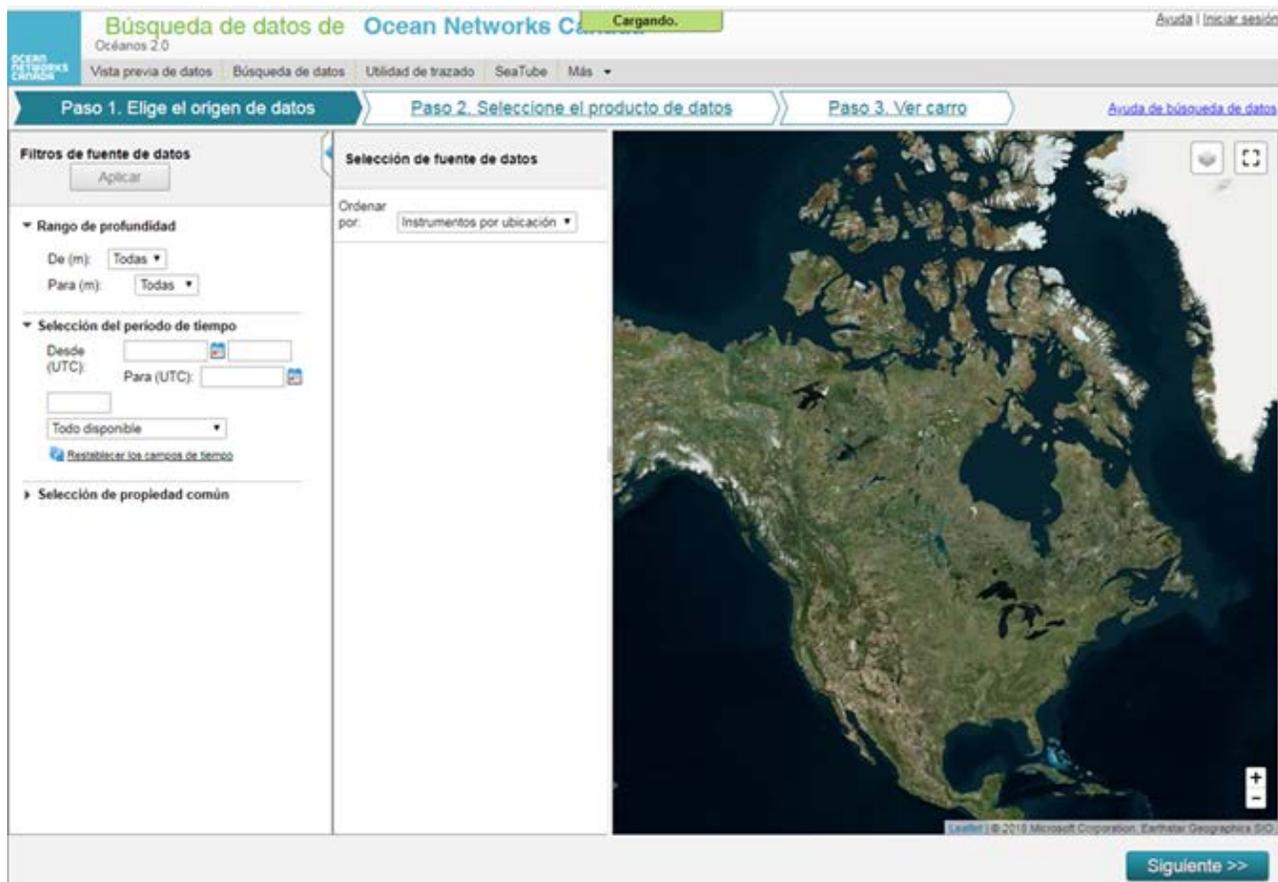


Figura 8. Plataforma de productos y servicios de *Ocen Netwoks Canada*⁹.

América Latina

En América Latina como órganos subsidiarios de OHI, se encuentran las Comisiones Hidrográficas Regionales del Pacífico Sudeste (CRHPSE) y de Mesoamérica y el Caribe (MACHC). La CRHPSE “es un organismo que fomenta los objetivos de la OHI a nivel regional en una capacidad consultiva, científica, técnica y, además, tiene la misión de asistir técnicamente a los servicios hidrográficos o instituciones encargadas de la hidrografía y la navegación de los países de la región” (INOCAR, s.f.).

Esta Comisión promueve la aplicación de técnicas de levantamientos hidrográficos, la generación de cartografía náutica, avisos a los navegantes, entre otros; así como el intercambio de conocimiento tecnológico para la administración de datos hidrográficos digitales de manera eficiente usando estándares como el S-100, y la familia ISO 19100 de estándares geoespaciales (INOCAR, s.f.).

⁹ Recuperado de: <https://data.oceannetworks.ca/DataSearch>.

1.1.4 Oceanía

El Sistema Integrado de Observación Marino (IMOS, por sus siglas en inglés) de Australia es un proyecto apoyado por la Estrategia de Infraestructura Nacional de Investigación Colaborativa del Gobierno de Australia (NCRIS, por sus siglas en inglés), cuya infraestructura es operada por una serie de instituciones y universidades relacionadas con asuntos oceánicos y costeros. IMOS cuenta con un sistema integrado de diez plataformas tecnológicas, en las cuales se disponen datos para la comunidad australiana e internacional, en temáticas ambientales y climáticas, abarcando variables oceánicas para disciplinas como física, química y biológica (IMOS, s.f.)

Las observaciones de IMOS se clasifican en cinco temas de investigación: cambio oceánico a largo plazo; variabilidad climática y extremos climáticos; corrientes de frontera; plataforma continental y procesos costeros; y respuestas ecosistémicas (Figura 9).

The screenshot shows the AODN (Australian Ocean Data Network) website interface. At the top, there is a navigation bar with three steps: "1 Select a Data Collection", "2 Create a Subset", and "3 Download". Below the navigation bar, there are search filters for Parameter, Organisation, Platform, Date (UTC), Geographic Boundary, and Keyword. The main content area displays a list of data collections, each with a map thumbnail, metadata (parameters, dates, organizations), and a "Select >>" button. The data collections listed include: "Satellite tracking of Emperor penguin fledglings", "New Zealand fish and squid occurrence data from research bottom trawls 1964-2008", "IMOS - Australian National Mooring Network (ANMN) Facility - Current velocity time-series", "IMOS - SRS Satellite - SST L3S - 06 day composite - day and night time composite", and "NIWA - SOOP Underway CO2 Measurements around New Zealand".

Figura 9. Acceso abierto a datos oceánicos de Australia¹⁰.

¹⁰ Recuperado de: <https://portal.aodn.org.au/search>.

1.2. RELACIÓN DE ESTÁNDARES HIDROGRÁFICOS Y GEOESPACIALES

El Sistema Integrado de Observación Marina (IMOS, por sus siglas en inglés) de Australia es un proyecto apoyado por la Estrategia de Infraestructura Nacional de Investigación Colaborativa del Gobierno de Australia (NCRIS, por sus siglas en inglés), cuya infraestructura es operada por una serie de instituciones y universidades relacionadas con asuntos oceánicos y costeros. IMOS cuenta con un sistema integrado de diez plataformas tecnológicas, en las cuales se disponen datos para la comunidad australiana e internacional, en temáticas ambientales y climáticas, abarcando variables oceánicas para disciplinas como física, química y biológica (IMOS, s.f.).

A continuación, se presenta un resumen de los avances de la OHI en materia de estándares hidrográficos y en el registro de información geoespacial asociada, así como su relación con otras normatividades que aplican a la geomática y benefician la disponibilidad de recursos en línea existentes en el ámbito marino y la gestión de los datos digitales.

1.2.1. Modelo universal de datos hidrográficos S-100

Antecedentes

El estándar de transferencia de datos hidrográficos digitales S-57 es un estándar internacional adoptado oficialmente en 1992 por la OHI, que comprendía un modelo de datos, estructura, formato, catálogo de objetos y una especificación de cartas aeronáuticas electrónicas, para ser empleados por parte de oficinas nacionales hidrográficas, así como por productores y distribuidores de datos marinos (IHO, 2000).

A pesar de que esta serie de estándares fue ampliamente acogida para facilitar la descripción y transferencia de datos, debió actualizarse atendiendo a algunas limitaciones identificadas, tales como (Ward & Greenslade, 2011):

- Fue desarrollado principalmente para cumplir con los requerimientos de ENC (*Electronic Navigational Chart*) solicitados en un Sistema de Información y visualización de cartas electrónicas (ECDIS, por sus siglas en inglés) compatible con OMI (Organización Marítima Internacional).
- El mantenimiento no era flexible (congelación de ediciones por largos periodos de tiempo).
- Su estructura no podía soportar requisitos futuros, como batimetría en raster o información variable en el tiempo, entre otros.
- Mecanismos de transferencia limitados (el modelo de datos está asociado a ISO 8211).
- Está limitado a la producción e intercambio de datos de cartas aeronáuticas electrónicas, ya que está asociado a la especificación de dicho producto.

En atención a estas limitaciones, el Comité de Requisitos Hidrográficos para Sistemas de Información de la OHI contempló la revisión de este estándar en el año 2000. Sin embargo, los estudios llevaron al desarrollo del estándar S-100, que atiende las necesidades de dicho Comité y adiciona contenidos en cuanto a nuevos formatos y condiciones de intercambio de datos.

Generalidades

Este marco de trabajo, que entró en vigencia el 1 de enero de 2010, proporciona un modelo universal de datos hidrográficos que atiende a la próxima generación de cartas náuticas electrónicas y a la gestión de datos y productos relacionados con comunidades y temáticas hidrográficas, marítimas y de SIG (IHO, s.f.). Ofrece además los elementos que permiten elaborar diferentes especificaciones técnicas de todo tipo de datos hidrográficos y describir una gran variedad de fuentes, como las mencionadas a continuación:

- Imágenes y datos raster
- Batimetría de alta densidad
- Clasificación del suelo marino
- Infraestructuras de Datos Espaciales Marinos
- Capas suplementarias
- Superposición de información marina
- Formatos de codificación
- Sistemas de información y visualización de cartas electrónicas (ECDIS) dinámicos
- Servicios web
- Metadatos
- Otras aplicaciones marinas

Beneficios

Su principal beneficio es permitir la relación con la serie de normas ISO19110, adoptando el tratamiento de componentes y terminología de dicha serie, permitiendo así que futuras modificaciones de la S-100 se ajusten a la industria de la información geoespacial y disminuyan los costos de implementación, dado el auge que tienen las herramientas SIG, herramientas, software y buenas prácticas existentes, significando una solución para dar tratamiento a problemas de consistencia de datos hidrográficos, marítimos y operaciones relacionadas con asuntos geográficos.

De igual forma, S-100 ofrece la posibilidad de realizar un mantenimiento dinámico a través de un registro en línea¹¹ que en la actualidad es administrado por la Secretaría de la OHI. Estos registros están conformados por dominios, publicaciones hidrográficas, náuticas, de hielo y cartas náuticas electrónicas. Asimismo, cumple con la publicación S-99 de la OHI “Procedimientos operacionales para la organización y gestión del registro de información geoespacial S-100”.

Usuarios, contenidos y procedimientos

Dentro de los principales usuarios de este estándar se encuentran: OHI, OMI, el Sistema de Boyado Marítimo (IALA) y la Organización Meteorológica Mundial (OMM). En cuanto a contenidos, son diversos los aspectos que permite documentar el estándar S-100, ajustándose no solo a las necesidades del sector hidrográfico, sino atendiendo de igual forma a sus condiciones y descriptores geográficos, frente a los requerimientos de la industria geoespacial. En la Tabla 1 se aprecian dichos aspectos.

Tabla 1. Registro de Información Geoespacial de la OHI¹².

No.	Título	Descripción
1	Lenguaje de esquema conceptual	Define el lenguaje de esquema conceptual y los tipos de datos básicos que se utilizarán con S-100
2	Registros de información geoespacial Diccionario de conceptos de objetos	Especifica cómo se gestionarán el registro OHI y los registros. El Diccionario de conceptos de objetos especifica las definiciones que se pueden usar para describir la información geográfica y el uso de registros para almacenarlos.
3	Modelo de características generales y reglas para el esquema de aplicaciones	Presenta las reglas para desarrollar un esquema de aplicación y la creación del <i>General Feature Model</i> (GFM). El GFM es un modelo conceptual para los objetos, sus características o atributos y sus asociaciones
4	Metadato (general, imágenes y datos grilla, calidad de datos)	Especifica la estructura de metadatos que se utiliza en S-100.
5	Catálogo de objetos	Especifica la estructura del catálogo de funciones que describe el contenido de un producto de datos.
6	Sistema de referencia de coordenadas	Describe el sistema de referencia por coordenadas asociado.
7	Esquema espacial	Define la información para describir y manipular las propiedades espaciales.
8	Imágenes y datos grilla	Modelo de contenido para datos reticulares para uso en aplicaciones hidrográficas
9	Representación	Especifica el modelo de representación.

¹¹ Recuperado de: <http://registry.iho.int/main/main.do>.

¹² Traducido de http://registry.iho.int/intro/intro_02.do.

No.	Título	Descripción
10	Formatos de codificación ISO/IEC 8211	Especifica los tipos de formatos de codificación en S-100.
11	Especificaciones de producto	Describe cómo crear una especificación de producto S-100
12	Procedimientos de mantenimiento	Especifica los procedimientos de mantenimiento de S-100

S-100 especifica los procedimientos a seguir para definir y mantener registros de información hidrográfica; crear especificaciones de productos de datos, catálogos de objetos y definición de modelos de objetos; y usar datos y metadatos geográficos, imágenes y datos raster, ajustados a requerimientos hidrográficos (IHO, s.f.).

1.2.2. Serie de normas de información geográfica ISO19100

La Organización Internacional de Estandarización (ISO, por sus siglas en inglés) es una organización no gubernamental en la que participan agencias y expertos en normalización de diversos países. (IHO, s.f.). La ISO responde a la demanda de tecnologías e información geográfica a través de un comité técnico de geomática llamado ISO/TC211, que establece desde 1994 una serie de estándares codificados tales como la familia 19100

La serie ISO 19110 está compuesta por estándares que proveen métodos, herramientas y servicios para la gestión de datos geoespaciales (incluyendo la definición y descripción para diferentes usuarios, sistemas y ubicaciones). Dichas normas (que actualmente alcanzan más de 79 publicaciones), por su temática, se clasifican en las siguientes categorías:

- Marco y modelo de referencia
- Perfiles y estándares funcionales
- Modelos de datos y operadores
- Administración de datos
- Servicios de información geográfica

En la actualidad, la OHI y otras organizaciones que desarrollan estándares, están asociadas con ISO/TC211, haciendo parte del Grupo de Trabajo de Información Geográfica Digital (DGIWG, por sus siglas en inglés), la Infraestructura Global de Datos Espaciales (GSDI), “*Open Geospatial Consortium*” (OGC), la Organización para el Avance de Sistemas de Información Estructurados (OASIS) o el Grupo de Trabajo de Información Geográfica de las Naciones Unidas (UNGIWG).

1.2.3. Relación entre estándares S-100 e ISO19100

Dada la importancia de las normas ISO y su reconocimiento y uso masivo a nivel mundial, la OHI consideró necesaria la adopción y uso de la familia de normas ISO19100 al servicio de la compilación y el mantenimiento del estándar S-100. Es así que, en 1999 el Comité ISO/TC211 invitó a la OHI y al Grupo de Trabajo de Información Geográfica Digital de la OTAN (DGIWG, por sus siglas en inglés) a firmar un acuerdo de cooperación para el desarrollo futuro de normas.

La principal conclusión del acuerdo se orientó a armonizar los estándares hidrográficos con los geoespaciales, iniciando con el contenido de los datos obtenidos de acuerdo al Catálogo de Objetos de S-57 con el diccionario de datos de DGIWG. Tras este trabajo, la estrategia de la OHI se dirigió a desarrollar estándares compatibles con los estándares geoespaciales ISO19100. Esta decisión fue respaldada en la 12ª Reunión de la OHI de *Hydrographic Requirements for Information Systems* (CHRIS) en octubre de 2000. Actualmente, los miembros de ISO y OHI asisten a estas reuniones propiciando acciones para continuar el proceso de armonización.

El interés de la OHI en alinear los estándares hidrográficos con los geoespaciales ha requerido que el S-100 esté organizado y definido de una manera diferente en comparación con S-57, comprendiendo un nuevo marco o estructura y en un conjunto revisado de términos para describir los componentes de S-100 (IHO, s.f.). En la actualidad algunas de las normas ISO19100 están referenciadas en el modelo S-100 con el fin de capturar y administrar datos de acuerdo a los estándares ISO (IHO, s.f.) y hacer uso de ellos en productos y aplicaciones basados en S-100. La relación entre los paquetes de trabajo S-100 y la serie de normas ISO 19100 tiene lugar en el registro de información geoespacial de la S-100 que relaciona o asocia los siguientes referentes de información geográfica:

- ISO 19107 Esquema espacial
- ISO 19109 Reglas para el esquema de la aplicación
- ISO 19131 Especificaciones del producto de datos
- ISO 19115 Metadato
- ISO 19139 Metadato – esquema de implementación XML
- ISO 19135 Procedimiento para el registro de ítems geográficos
- ISO 19126 Diccionarios y registros de objetos y conceptos
- ISO 19129 Marco de trabajo de imágenes, grillas y datos de cobertura
- ISO 19110 Metodología para la catalogación de objetos geográficos
- ISO 19111 Referencia especial por coordenadas
- ISO 19117 Representación
- ISO 19157 Calidad de datos geográficos

El registro en línea S-100, está basado en la norma ISO 19135¹³ para el registro, gestión y mantenimiento de los diversos diccionarios de artículos reconocidos en el marco S-100, y está subdividido en los siguientes componentes:

- Registro de diccionario de conceptos y objetos (FCD)
- Registro de representación
- Registro de metadatos
- Registro de especificaciones de producto
- Código de Productor de Datos registro

Su asociación con la ISO 19135 tiene lugar en el establecimiento, mantenimiento y publicación de registros de identificadores y significados que se asignan a elementos de información geográfica, haciendo uso de los niveles de clasificación, registro, clase de ítem e ítem geográfico, cumpliendo las siguientes etapas: la primera encaminada a la creación y/o mantenimiento de un registro útil para los diferentes usuarios, una segunda enfocada a garantizar que el contenido de estos registros sea válido y consistente dentro de un alcance determinado, y la tercera, dirigida a la disposición de los registros con su contenido oficial a todos los usuarios.

- Creación y mantenimiento
 - Definición de registros
 - Elaboración y envío de propuestas (adición, modificación o aclaración)
- Aprobación
 - Aceptación de las propuestas recibidas.
 - Negociación de las decisiones tomadas
 - Apelación ante la no conformidad de las decisiones.
- Publicación
 - Modificación de estado
 - Disposición de los registros válidos, reemplazados y/o retirados.

1.3. CONCLUSIONES

El hecho de propiciar la conformidad completa con la familia ISO19100 les agregará valor a los datos hidrográficos, fomentando la interoperabilidad de la información y ampliando los desarrollos y uso de diversas aplicaciones SIG, así como de servicios web para adquirir, procesar, analizar, acceder y presentar datos. De igual manera, se asegura la sostenibilidad de esta armonización, permitiendo que los nuevos componentes del S-100 no se desarrollen de forma independiente o aislada de la comunidad de tecnologías geoespaciales.

¹³ Procedimientos para el registro de ítems geográficos.

La relación entre los dos tipos de estándares ampliará el alcance y líneas de acción para la temática oceánica y las consideraciones de la OHI, ya que el modelo universal de datos hidrográficos S-100 no estará aislado ni será considerado exclusivo de dicho ámbito, sino que permitirá que los datos hidrográficos se usen en conjunto con otro tipo de datos, combinando tendencias tecnológicas y generando nuevo conocimiento. También estarán disponibles no solo para la comunidad de sistemas de información y visualización de cartas náuticas, sino que estarán al servicio de los diferentes sistemas de información administrados por gobiernos locales, regionales e internacionales.

En Colombia se cuenta con avances de índole estratégico para la armonización o interrelación de dichos estándares. En el ámbito técnico, se ha evidenciado que su interacción es posible a través de la asociación del registro geoespacial de S-100 y la aplicación de la ISO19135 y para tal fin se requiere hacer uso de la tecnología, ya sea adaptando la existente o desarrollando una nueva aplicación que las implemente. El país presenta evolución de estos desarrollos y es necesario que los procesos de los registros hidrográficos o desarrollos tecnológicos que se estén llevando a cabo, tengan en cuenta aquellas que se están realizando en otras iniciativas del orden regional o mundial para que beneficie la gestión de estos tipos de información.

Finalmente, es importante resaltar que desde la ICDE, administrada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), se propicia el encuentro de dos instancias espaciales que tradicionalmente han estado distantes: terrestre y marítima. Cada una con desarrollos individuales, pero que a la luz de los avances internacionales en materia de gestión de información geoespacial, entre otros aspectos como en el desarrollo y aplicación de estándares, se debe procurar un barrido continuo de la información para la toma de las decisiones y la gestión del territorio tanto marino como terrestre que de manera natural conforma el planeta.

2. EXPERIENCIAS EXITOSAS ►

2.1. Planeación y normalización de datos océano-atmosféricos

Por cuatro años la Dirección General Marítima (Dimar) desarrolló el proyecto de inversión titulado “Posicionamiento estratégico del Centro Colombiano de Datos Oceanográficos (Cecoldo)”, el cual permitió adelantar la arqueología y recuperación de datos oceanográficos y de meteorología marina que la institución había producido desde 1969 a través de sus Centros de investigaciones en el Pacífico y Caribe, y plataformas de investigación.

Como parte de la calidad de la operación planeada para el Cecoldo, durante la ejecución del proyecto se reunieron experiencias, mejores prácticas y estándares aplicados por referentes internacionales en las disciplinas de datos de oceanografía física, oceanografía biológica, oceanografía química y meteorología marina, estableciendo un flujo de trabajo para el depósito de datos.

El flujo de trabajo inicia con la planeación de la toma de los datos. Una vez adquiridos, se procede con la normalización de estos para convertirlos a un formato estándar e interoperable y aplicar controles de calidad que favorezcan su usabilidad. Este flujo de trabajo (Figura 10) se encuentra documentado en el procedimiento “Procesamiento y depósito de datos oceanográficos y marino-costeros” del Cecoldo, cuyas etapas se describen brevemente a continuación.



Metodologías aplicadas a la planeación y procesamiento de datos océano-atmosféricos

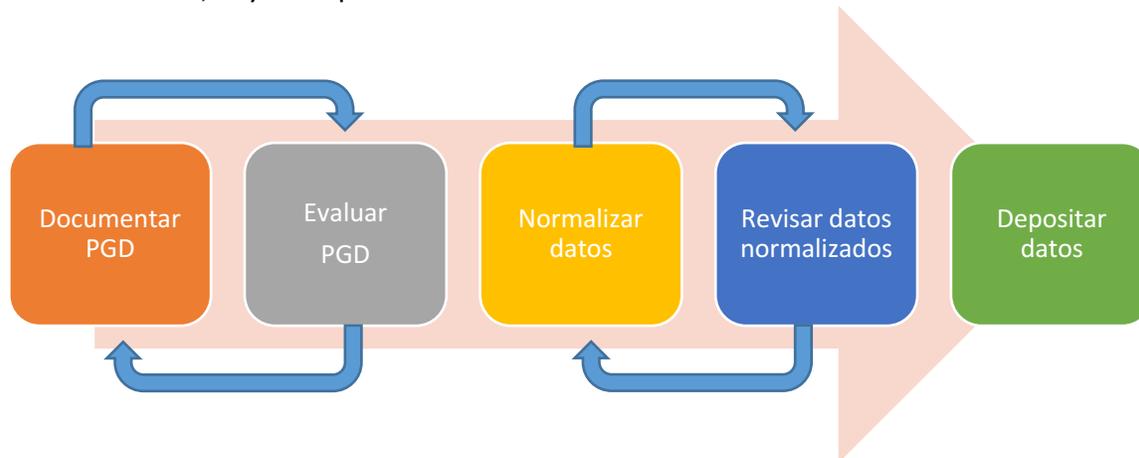


Figura 10. Pasos para el procesamiento y depósito de datos en el Cecoldo (Fuente Dimar, 2018a, p. 3.).

1. Planes de Gestión de Datos (PGD)

La primera etapa tiene que ver con la planeación de la toma de los datos, la cual está estrechamente relacionada con la planeación del proyecto o iniciativa, ya que incluye los parámetros, metodologías, sensores, instrumentos y plataformas que se van a utilizar para recopilar las muestras o para medir los datos.

En esta etapa el programa para el Intercambio Internacional de Datos e Información (IODE) recomienda la implementación de PGD mediante los cuales “se describen los datos que se recogerán, las prácticas de gestión y políticas de manejo y acceso que se aplicarán, y quién será responsable de la custodia y preservación de estos” (Adaptado de IOC, 2016, p. 6). El Cecoldo utiliza esta información para planear la recepción de los datos, ya sea al corto, mediano o largo plazo, logrando identificar la capacidad necesaria para administrarlos eficientemente.

2. Normalización de datos

Una vez obtenidos los datos, se procede con la normalización de estos. La normalización permitirá aplicar estándares y mejores prácticas para favorecer no solo su interoperabilidad sino también su usabilidad. Para ello, el Cecoldo implementó la “Guía para la normalización de conjuntos de datos oceanográficos y marino-costeros”¹⁴, cuyos pasos se describen a continuación (Dimar, 2018b, p.8).

- **Preparación de los archivos.** Explica cómo elaborar el inventario de los datos que se van a normalizar, la organización de carpetas y nombres de archivo, el manejo de datos ausentes y datos nulos, y la exportación de los datos primarios a un formato estándar e interoperable; esta última práctica en aplicación de uno de los principios de datos abiertos recomendados por el Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (MinTIC) “No propietarios: los datos deben estar disponibles en un formato sobre el cual ninguna entidad tenga control exclusivo” (MinTIC, 2016, p.7).
- **Uso de vocabularios.** Se explican las convenciones más frecuentemente usadas para codificar datos, tales como las banderas de calidad, las claves internacionales para observaciones de meteorología marina, la codificación de embarcaciones, y los números de seriales taxonómicos (este último para datos de oceanografía biológica). Los controles de calidad aplicados a los datos se dan a conocer al usuario mediante la asignación de banderas de calidad de primer nivel recomendadas por el programa internacional IODE (IOC, 2013a, p.3). En el capítulo 2.1.1 de la presente guía se explica un caso de estudio para la asignación de banderas de calidad.
- **Aplicación de formato en encabezados.** Se explica cómo agregar los encabezados o títulos de los parámetros con sus correspondientes unidades de medida.

¹⁴ Recuperado de: <http://cecoldodigital.dimar.mil.co/2056/>

- Validación temporal y geográfica. En este paso se aplican estándares internacionales para los parámetros fecha, hora, latitud y longitud, y se orienta la validación de estas variables.
- Codificación de parámetros. Se explica cómo codificar los parámetros aplicando la metodología del Diccionario de Parámetros del *British Oceanographic Data Center* (BODC).
- Documentación de metadatos. Consiste en describir los datos para proporcionar la mayor cantidad de información al usuario (p. ej. finalidad, área de muestreo, parámetros medidos, instrumentos, entre otros). La documentación de metadatos se realiza aplicando un perfil del estándar de metadatos geográfico ISO 19115.

3. Depósito de datos

Los datos normalizados deben ser enviados al correo cecoldo@dimar.mil.co; a continuación, el Cecoldo realiza el control de calidad del metadato y valida a través de una herramienta software de escritorio, la aplicación de estándares, formatos y vocabularios. Si la validación no produce errores y el metadato es aprobado, se generan una serie de archivos de datos con extensión JSON¹⁵ que pueden ser depositados en el Cecoldo.

¹⁵ JSON es un formato estructurado libre recomendado por el Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones de Colombia para publicar datos abiertos (MinTIC, 2016, p.22).

2.2. Control de calidad de datos de Temperatura Superficial del Mar (TSM)



Metodología para el control de calidad de datos de oceanografía física

ciclo de vida de datos oceánicos, a nivel temático, temporal y espacial, y aplicando procedimientos estadísticos acorde con mejores prácticas internacionales (UNESCO, 2017; DIMAR, 2014; Sánchez, 2006; Castañeda, 2017).

Las banderas de calidad son códigos (numéricos o alfanuméricos) que se utilizan para registrar los resultados del Aseguramiento de la Calidad (QA, por sus siglas en inglés) y Control de Calidad (QC, por sus siglas en inglés) de los datos, permitiendo a los usuarios filtrarlos según los criterios de calidad conocidos, y entre otros, tomar decisiones para aceptar o rechazar datos según los requisitos de calidad de una investigación o aplicación en particular (IOC, 2013b, p. 2)

En este contexto, la Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, con la asesoría de Dimar-Cecoldo, adelantó un estudio cuyo resultado propone una metodología para la asignación de banderas de calidad de datos de oceanografía física. Esta actividad se enmarca en el “procesamiento” del

La metodología desarrollada consta de cuatro etapas (Figura 11) y fue aplicada a datos de Temperatura Superficial del Mar (TSM) de cruceros oceanográficos realizados por Dimar en el Pacífico colombiano, entre 1972 y 2016. A continuación, se describen cada una de las etapas.

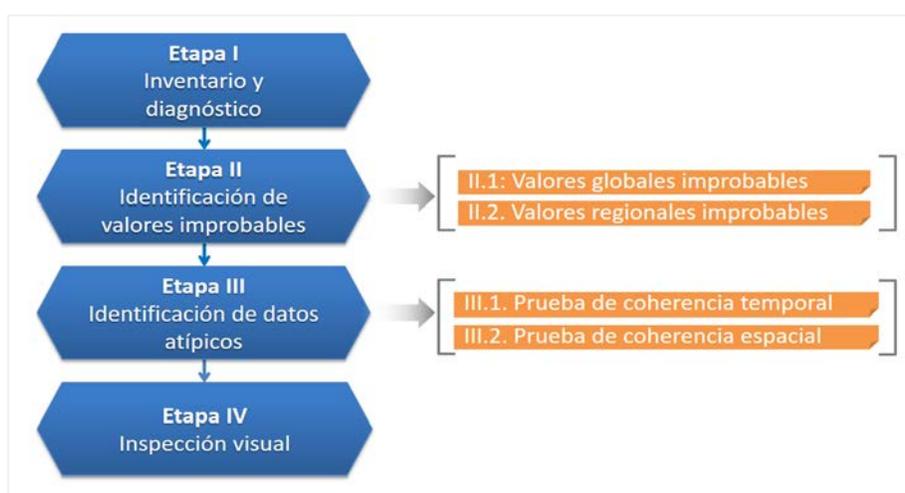


Figura 11. Metodología para el control de calidad de datos oceanográficos (Adaptado de Castañeda, 2017).

Etapa I. Inventario y diagnóstico

Esta etapa pretende obtener una visión global del estado de los datos (plataforma, instrumentos utilizados, variables medidas, resolución). Por ello, se exportan los archivos de datos primarios a un formato estándar. Se validan las posiciones geográficas y la distribución temporal y se filtra la información aplicando criterios¹⁶ para un mejor manejo y manipulación de los datos (Lombana, Bernal y Barrios 2018, p.12)¹⁷ para las etapas posteriores de la metodología. Al finalizar esta etapa se cuenta con un inventario y con datos normalizados pudiendo de esta manera diagnosticar el estado de los datos primarios a nivel temático, temporal y espacial.

Etapa II. Identificación de valores improbables

Según las recomendaciones de Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos (NOAA, 2015) se debe identificar los valores físicamente improbables que alcancen las variables en condiciones ambientales usuales. La metodología aplicada por Sánchez, 2006, p. 85, divide esta etapa en dos:

1. Identificación de valores globales improbables
2. Identificación de valores regionales improbables

Al finalizar la identificación de valores improbables, se asignan banderas de calidad propias de la variable de estudio, también llamadas banderas de calidad intermedias (Sánchez, 2006, p. 162)¹⁸ o banderas de calidad de segundo nivel (IOC, 2013, p. 2) buscando con ello describir con mayor precisión la condición del dato en función de registros globales y regionales de referencia, para cada parámetro¹⁹.

Etapa III. Identificación de datos atípicos

Esta etapa pretende identificar los valores atípicos, siendo estos los que se encuentran fuera del rango de variabilidad del parámetro para una zona geográfica y periodo de tiempo específicos. La variabilidad se establece a partir de estudios previos registrados en la literatura. Se tiene en cuenta la variabilidad del parámetro en función de la ubicación y de la época en que se tomaron los datos. Por consiguiente, esta etapa se lleva a cabo en dos pasos:

¹⁶ p.ej. Datos tomados en la misma época del año.

¹⁷ Estos avances corresponden a la “Guía para el procesamiento de series de tiempo de precipitación y temperatura: estimación de datos faltantes, detección de cambios y homogenización” que se desarrolló en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas con el Apoyo técnico de la Subdirección de Meteorología del IDEAM, en el marco del Proyecto de investigación “Homogenización de series de tiempo mensuales de precipitación y su utilidad en estudios climáticos y procesos de toma de decisiones”, grupos de investigación GIIAUD de Ingeniería Ambiental e INDESOS de la Maestría en Desarrollo Sustentable y Gestión Ambiental, financiado por Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico (CIDC) de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Contrato 08 de 2011.

¹⁸ Se realiza una adaptación de la metodología desarrollada por Sánchez, 2006, designando el término “valores improbables”.

¹⁹ Algunos ejemplos de este tipo de banderas son el esquema *Global Temperature and Salinity Profile Programme* (GTSPP) para datos de temperatura y salinidad, *World Ocean Circulation Experiment* (WOCE) para datos obtenidos de análisis de muestras de agua recopilada con botella y ARGO para datos de boyas.

1. Prueba de coherencia temporal. Se aplican intervalos de confianza como técnica estadística para establecer límites superiores e inferiores sobre los valores de una variable. Lo ideal es contar con una serie de tiempo o con datos tomados en la misma época del año (series de tiempo interrumpida), para poder evaluar la correlación al comparar las observaciones con la anterior y la posterior en la secuencia (Adaptado de OMM, 2011, p. 3-11).

Al tratarse de una comparación temporal, se recomienda contar con un referente climatológico para validar las observaciones, ya sea tomado de la literatura, de datos previamente evaluados o de un atlas climatológico que abarque la zona de estudio. En Colombia, por ejemplo, se cuenta con el “Atlas de los Datos Oceanográficos de Colombia 1922-2013²⁰”. A partir de la información de referencia se construye un intervalo de confianza (rango intercuartílico) para cada conjunto de datos, y se evalúan los datos de la misma la posición geográfica y fecha, en función de la coincidencia de los valores de cada medición dentro de los límites superior e inferior del rango construido.

Para esta prueba también se debe tener en cuenta la influencia que fenómenos climatológicos pueden ocasionar en la variabilidad de los datos (para el caso de estudio en la TSM), como por ejemplo el fenómeno El Niño/ La Niña en el Pacífico o la Oscilación del Atlántico Norte, ya que la ocurrencia de estos se presenta en determinadas épocas del año y su periodicidad no es regular. En este contexto, Pabón y Montealegre, 2017, describen el fenómeno de El Niño y La Niña; Poveda y Mesa, 1996, analizan los procesos de retroalimentación en la América Sur Tropical y fenómenos oceánico-atmosféricos de gran escala; e IDEAM - UNAL, 2018, abordan la relación entre las anomalías de la TSM y la variabilidad climática en el territorio colombiano.

Al finalizar la identificación de valores atípicos, se asignan banderas de calidad intermedias correspondientes al parámetro de estudio, dependiendo si los valores de los registros se encuentran o no al interior del rango correspondiente.

2. Prueba de coherencia espacial. Esta prueba responde a la necesidad de comparar cada observación con observaciones efectuadas en otras estaciones de muestreo de la zona de estudio en el mismo periodo de tiempo (OMM, 2011, p. 3-11). Esta etapa aplica el principio de las estaciones vecinas desde el punto de vista espacial y climatológico, escogiendo pares de estaciones vecinas como forma de comparar los datos (Bernal, Correa y Rangel, 2011; Bernal et al., 2012).

La correlación espacial se puede calcular por diferentes métodos, usando software especializado para estimar el índice de correlación espacial o Índice de Moran y el rango de correlación espacial (distancia) entre estaciones. Al contar con un conjunto de estaciones equidistante y homogéneamente distribuidas, es posible establecer un rango de vecindad igual para todo el conjunto de estaciones, para identificar las estaciones vecinas de cada de muestreo.

²⁰ Recuperado de: <http://cecoldodigital.dimar.mil.co/49/>

Una vez identificado el conjunto de estaciones vecinas con que se va a comparar cada punto de muestreo se construye un intervalo de confianza como método estadístico de comparación. Una vez comparado cada dato con su respectivo conjunto de estaciones vecinas, se procede a asignar la bandera de calidad intermedia en función de la coincidencia que demuestre cada registro con el grupo con el que es comparado.

Etapa IV. Inspección visual

Esta última prueba permite garantizar que valores de datos cuestionables no pasen por el conjunto de pruebas de calidad sin ser detectados. IOC, 2010, p. 5-6 recomienda realizar una inspección visual de los datos calificados. Pese a su objetividad, este procedimiento de prueba y marcado se basa en la experiencia y el conocimiento de la persona que realiza la misma, y busca también identificar inconsistencias en las banderas de calidad intermedias asignadas en las etapas anteriores.

Una vez efectuada la inspección visual de los datos calificados, se procede a efectuar la equivalencia de las banderas intermedias a las banderas de calidad de primer nivel del programa internacional IODE (IOC, 2013a, p. 3). En la Figura 12 se aprecian los resultados obtenidos en el estudio de caso aplicado a datos de TSM del Pacífico colombiano para cada una de las etapas.

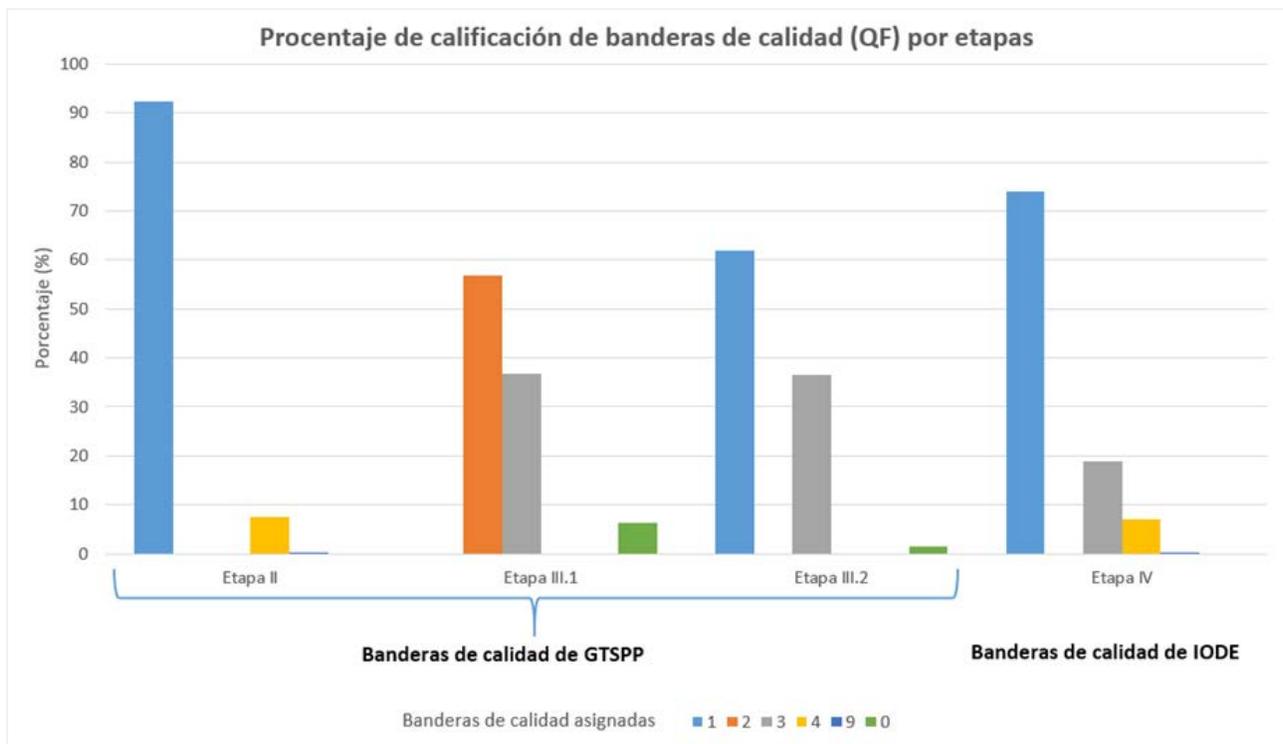


Figura 12. Resultados de la aplicación de banderas de calidad por etapas (Adaptado de Castañeda, 2017).

2.3. Uso de información de viento y oleaje en el Caribe



Acceso y uso de datos océano-atmosféricos

Atmosphere Data Set” (COADS) (Figura 13 y Figura 14).

Información de origen satelital ha permitido cubrir extensas áreas, cuya debilidad es su resolución temporal, y la ausencia de detalles del espectro. Su uso aportó material para la verificación de reanálisis basados en modelación como Mesa, 2009, y estimaciones de potencial energético como Torres y Andrade, 2006. Hasta el presente diferentes bases de datos con información de los satélites ERS-1, ERS-2, TOPEX, Geosat, Jason-1 y Envisat, siguen aportando al contexto espacial de gran escala del oleaje en el Caribe (Appendini *et al.*, 2015; Appendini *et al.*, 2014; Osorio *et al.*, 2016a; Osorio *et al.*, 2016b).

Las bases de datos con mediciones in situ de oleaje de aguas colombianas, están limitadas a las ofrecidas por la NOAA y DIMAR, incluyendo las boyas mencionadas en la Figura 14. En el caso de Colombia, el número de boyas disponibles en aguas profundas es bastante bajo considerando la extensión en área de mar territorial, así como la longitud de la línea de costa del país. Estas boyas, ubicadas en cercanías de Providencia, Urabá, Barranquilla, Puerto Bolívar, son la base para la verificación de los estudios de oleaje a escala regional utilizando modelación, realizados para suplir las necesidades de información del sector público, privado y la sociedad civil.

A continuación se describe el panorama de usos, temas de trabajo, y grupos trabajando en diferentes frentes con esta información, evidenciando las grandes necesidades de datos de oleaje de buena resolución temporal y espacial, y con una adecuada representación espectral en el Caribe colombiano (Figura 13).

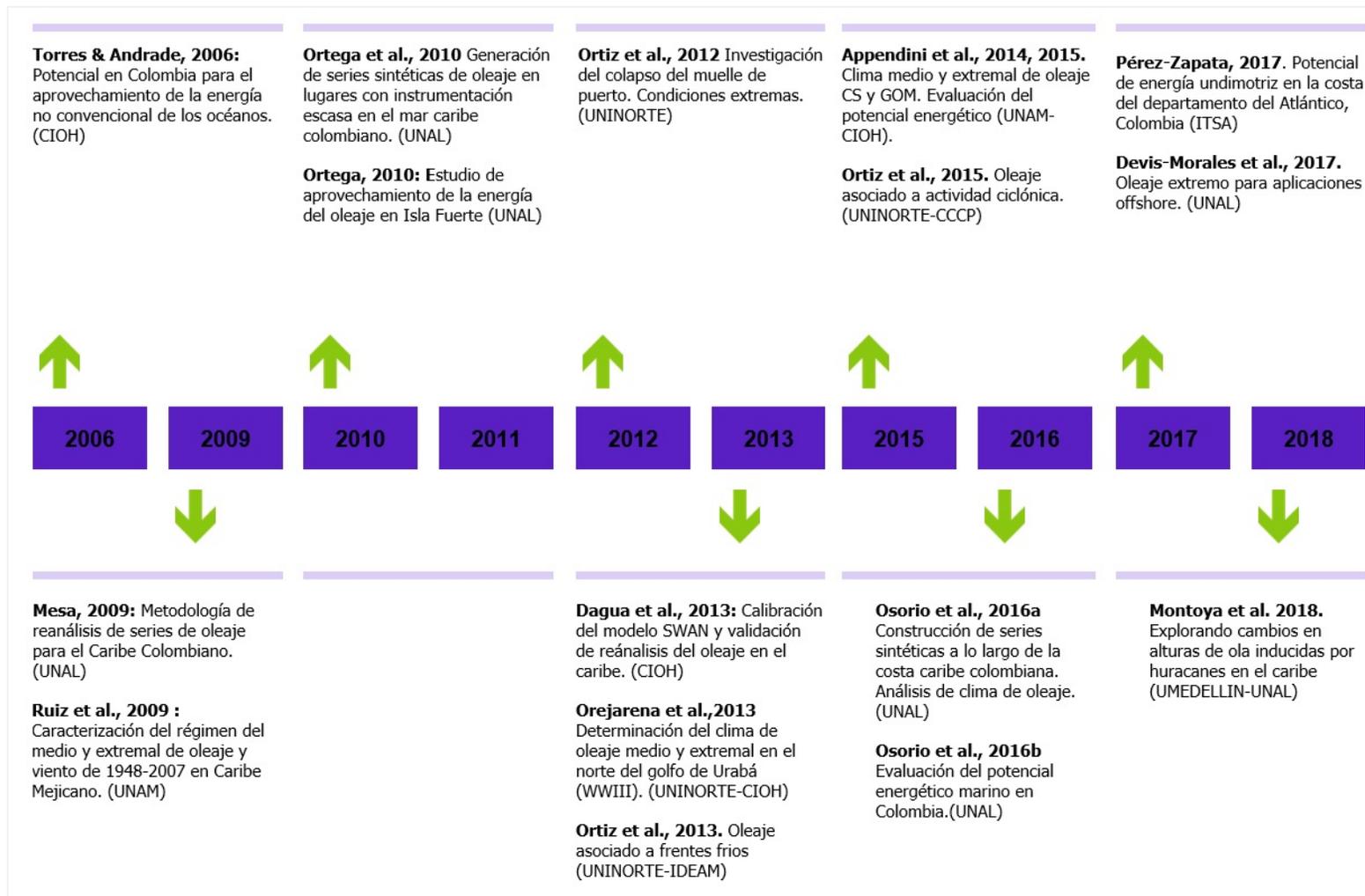


Figura 13. Muestra de artículos indexados y tesis de investigación utilizando información de oleaje en el Caribe.

Comité Técnico Nacional de Coordinación de
Datos e Información Oceánica

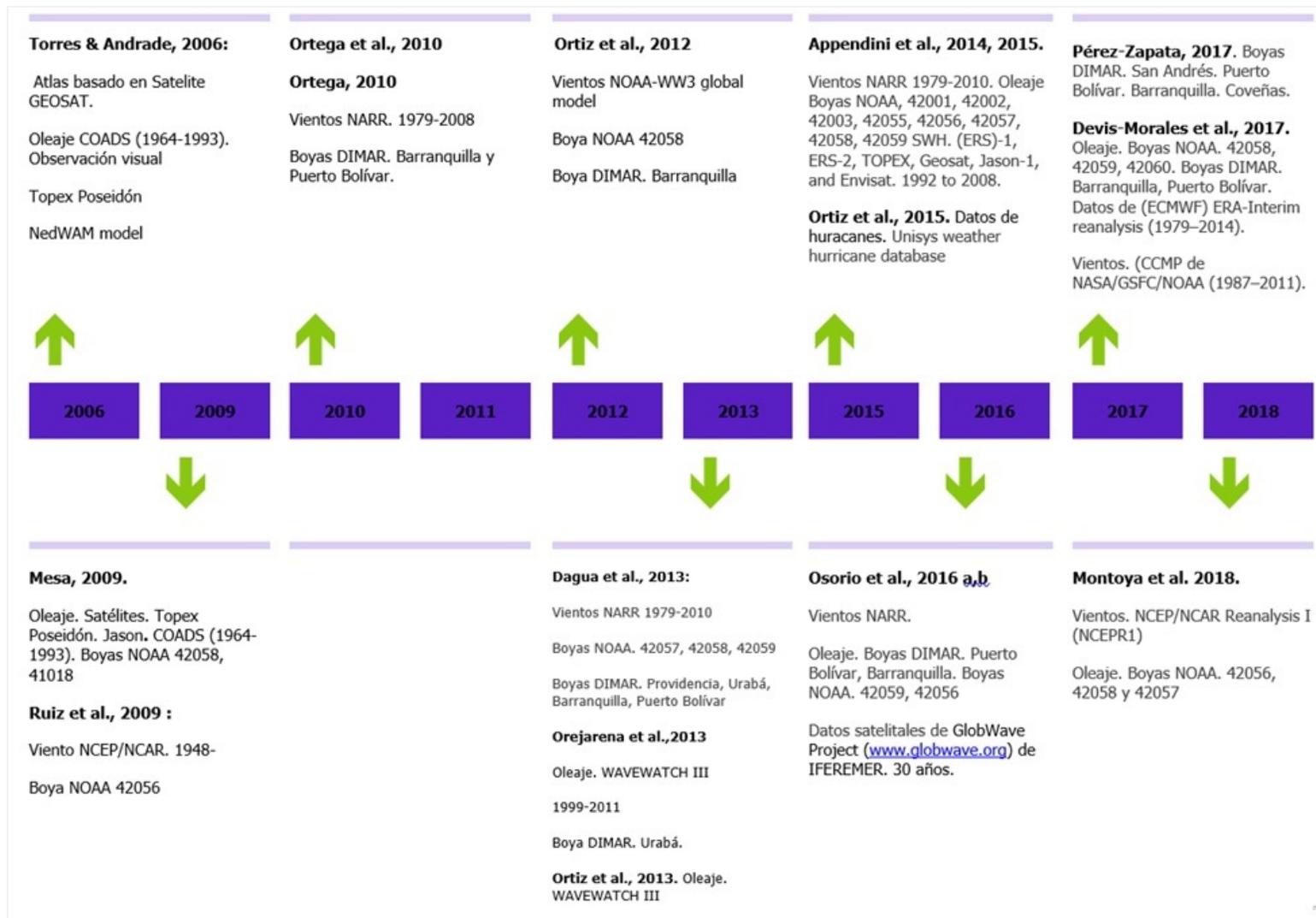


Figura 14. Información de viento y oleaje usada en publicaciones indexadas y tesis de investigación el Caribe.

Estudios de generación, propagación y transformación de oleaje incluyendo propiedades espectrales se han realizado como alternativa ante las limitaciones de información. Una buena parte de estos trabajos tiene una escala regional con extenso cubrimiento temporal como Mesa, 2009; Ruiz *et al.*, 2009; Ortega *et al.*, 2010; Dagua *et al.*, 2013; Appendini *et al.*, 2014; Osorio *et al.*, 2016a) utilizando bases de datos de viento como NCEP/NCAR, NAAR, NOAA-WW3, CCMP de NASA/GSFC/NOAA y modelos de oleaje y modelos como SWAN, WAVEWATCH III, WAM, y MIKE 21 SW.

Estudios más detallados de ciertos espacios incluyendo clima medio, y extremal como (Ortega, 2010, Orejarena *et al.*, 2013) han utilizado los modelos SWAN y WAVEWATCH III. Se resalta la importante contribución de DIMAR con la calibración del modelo SWAN para el dominio del Mar Caribe (Dagua *et al.*, 2013), incluyendo procesos como interacciones no lineales (*Quadruplet and triad interaction*), disipación de energía (*Whitcapping*), y fricción con el fondo. El oleaje fue generado utilizando vientos NARR (1979-2010) y la calibración y el análisis de sensibilidad fue hecho por comparación de resultados de modelación con datos instrumentales de las boyas NOAA 42057, 42058 y 42059, y las boyas DIMAR de Providencia, Urabá, Barranquilla, y Puerto Bolívar.

Un problema importante en estos estudios es poder representar la influencia en el oleaje de eventos extremos climáticos como los frentes fríos en la época seca (diciembre-abril) y las tormentas tropicales y huracanes en la época húmeda (mayo-noviembre). Esto ha llevado a diferentes autores a la exploración de diferentes estrategias de modelación y el uso de diferentes bases de datos para la evaluación de estos eventos (Ortiz, 2009; Ortiz, 2011; Ortiz *et al.*, 2012; Ortiz *et al.*, 2013; Ortiz *et al.*, 2015; Devis-Morales *et al.*, 2017; Montoya *et al.* 2018), por ejemplo:

- La modelación de oleaje con SWAN, CMS-Wave, y CMS-Flow, tomando como base vientos de WW3, fue usada por (Ortiz *et al.*, 2012) para reproducir las condiciones de oleaje asociado al frente frío que generó el colapso del tramo medio del muelle de Puerto Colombia en el 2009.
- Los frentes fríos son analizados utilizando bases de datos de CIOH y WW3 de NOAA en Ortiz *et al.*, 2013 y eventos ciclónicos son analizados utilizando la base de datos *Unisys Weather Hurricane Database* de NOAA aplicando los modelos *Holland Parametric Wind Model* y SWAN en Ortiz *et al.*, 2015.
- La exploración de diferentes bases de datos de viento y la validación con boyas y datos satelitales es usada por Devis-Morales *et al.*, 2017, para el análisis de condiciones extremas pensando en aplicaciones *offshore*, y por Montoya *et al.* 2018, para analizar variaciones en altura de ola asociadas a huracanes en aguas profundas.

La necesidad de información de oleaje de alta calidad desde aguas profundas hasta las más someras se ve representada en la multiplicidad de estudios de evaluación de potencial energético del oleaje (Torres y Andrade, 2006; Ortega, 2010; Appendini *et al.*, 2015; Pérez y Becerra, 2017).

Perspectivas

La apertura directa a todos los usuarios de la información histórica de medición directa y de reanálisis del viento y oleaje es una práctica de uso común en sistemas de administración de datos como el europeo y el estadounidense, y ha tenido como consecuencia la creación y apertura de nuevos y mejores productos y más bases de datos privadas y públicas a una amplia demografía, estimulando buenas prácticas en extensas áreas del trabajo marino y costero. Este es un paso adelante que Colombia en esta coyuntura histórica de desarrollo a nivel costero y *offshore* está considerando.

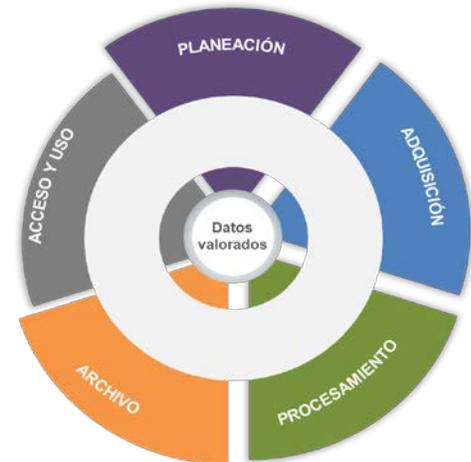
2.4. Datos para biodiversidad marina y costera

Los datos sobre biodiversidad marina y costera representan información primaria y secundaria obtenida en un momento y lugar determinado para cualquier unidad biológica de las diferentes jerarquías de organización (molécula, gen, especie, ecosistema), o de alguno de sus componentes (p. ej. proteínas, tejidos, órganos, hábitats).

Entre las fuentes primarias de los datos tenemos: (i) Trabajo de campo, entendiéndose éste como eventos de muestreo planificados en el marco de actividades científicas tales como expediciones, monitoreos, evaluaciones puntuales, entre otras. (ii) Observaciones incidentales, las cuales corresponden a un registro de oportunidad (p. ej. un varamiento, la observación repentina de un animal, el hallazgo inesperado de un parásito dentro de un espécimen, o durante una faena de pesca específica, la obtención de un ejemplar de una especie que no es objeto de esa faena). (iii) Colecciones biológicas, registros basados en los ejemplares que son la evidencia física del dato.

Por otra parte, las fuentes de información secundaria comprenden: (i) Bibliografía publicada (artículos científicos, libros, capítulos), (ii) Literatura gris (informes técnicos, libretas de campo, reportes en gaceteros, documentos de tesis, informes de campo), y (iii) Bases de datos. La obtención de datos debe hacerse con un objetivo claro y procurando un apropiado registro y documentación, que garantice su veracidad y por lo tanto su calidad.

Un dato biológico como mínimo deberá especificar: Nombre de la unidad biológica (especie, ecosistema, gen, etc.), Lugar del registro (coordenadas o localidad), Profundidad (si se trata de datos marinos), Fecha del registro, Nombre de quien hace el registro, y Tipo de registro (ejemplar, imagen, observación). Aunque los datos usualmente son obtenidos por personas con entrenamiento científico, cualquier persona puede registrar datos sobre biodiversidad marino-costera, de hecho, muchas observaciones incidentales son aportadas por particulares no científicos. Lo importante al obtener este tipo de información es registrarla con el mayor detalle posible y someterla a validación por parte de expertos para garantizar su calidad.



Mejores prácticas aplicadas a la planeación, adquisición, procesamiento y archivo de datos de biodiversidad marino-costera

La información usada para la adquisición de conocimiento sobre biodiversidad marino-costera a menudo puede incluir otro tipo de información asociada (p. ej. aspectos físicos, químicos o ambientales, entre otros), la cual puede ayudar a complementar el entendimiento sobre una unidad biológica en particular. El registro de los datos biológicos, por lo tanto, puede ser tan sencillo o complejo como el número de atributos de información que se pretendan evaluar en un estudio particular. Por ello, para garantizar la calidad, es importante planificar la toma de los datos siguiendo los estándares y protocolos que orientan sobre los procedimientos específicos y la información mínima a considerar según el tipo de datos a obtener. Esto ayudará a no omitir información necesaria y facilitará que los datos sean estructurados de tal forma, que puedan ser bien sistematizados, y eventualmente compartidos y entendidos por otros usuarios. Cabe anotar que los datos que se obtienen con un propósito, tienen el potencial de ser reinterpretados, transformados y usados de formas múltiples, y que esto hace a la información invaluable.

Además de la calidad del dato, otro aspecto importante es asegurar su integridad, salvaguardándolo en algún sistema de información (p. ej. base de datos, repositorio de información) con las medidas adecuadas que garanticen su persistencia y la posibilidad de divulgarlo de manera segura. El Sistema de Información sobre Biodiversidad Marina (SiBM), el cual es a su vez la instancia marina del Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SiB Colombia²¹), acopia, consolida, organiza y salvaguarda la información marino-costera obtenida a partir de las actividades de investigación del Invemar, y de otras entidades e investigadores externos que la disponen para que allí sea custodiada. Éste a su vez se articula con el Sistema de Información Ambiental Marino (SIAM²²) para consolidar la información complementaria existente en bases de datos con otro tipo de información (p. ej. física, química, ambiental). El SiBM adicionalmente permite administrar las colecciones del Museo de Historia Natural Marina de Colombia – Makuriwa del Invemar.

Ciclo del dato

En el marco general del ciclo de vida del dato, el manejo de datos para biodiversidad marina y costera sigue siete etapas (Figura 15), que con la excepción de los datos obtenidos por medio de observaciones incidentales, se desarrolla de la siguiente manera:

²¹ Recuperado de: <http://siam.invemar.org.co/sibm>.

²² Recuperado de: <http://siam.invemar.org.co/>.

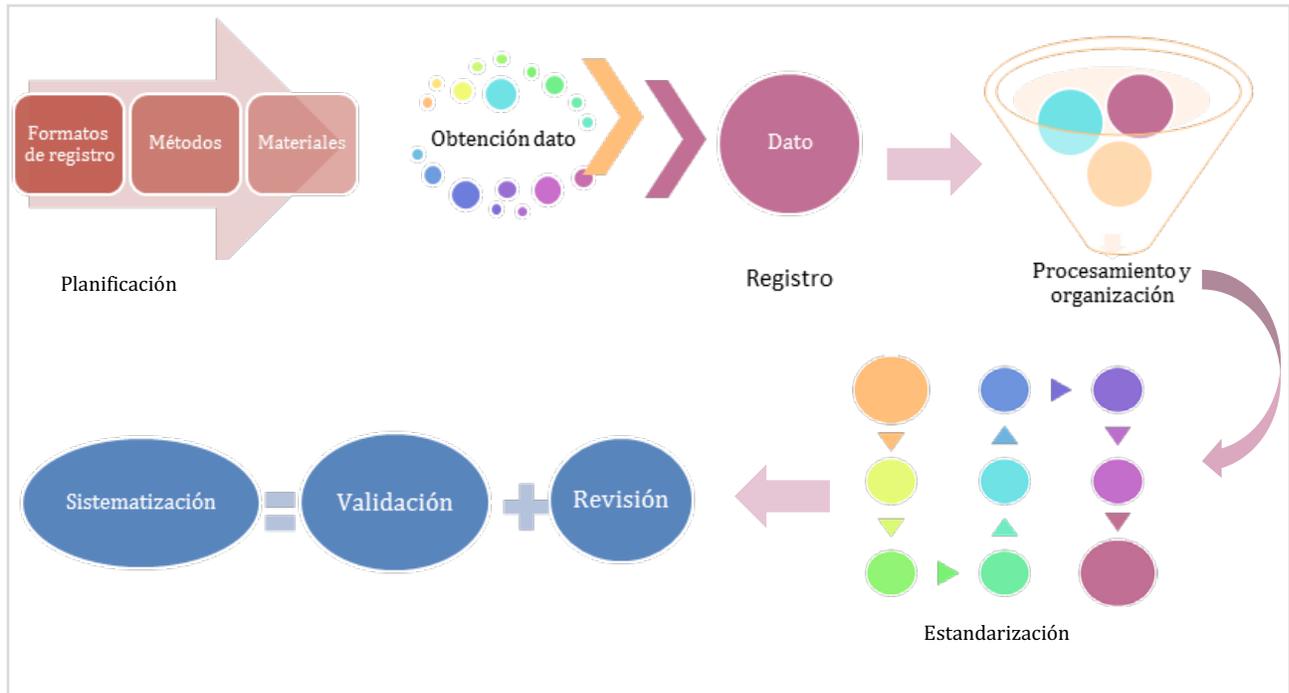


Figura 15. Esquematización de las etapas conceptuales del ciclo del dato para biodiversidad marina y costera.

1. Comienza con una buena planificación por parte del investigador para la obtención del dato. Esto implica tener en cuenta todos los aspectos metodológicos, materiales e insumos a utilizar, y los formatos para el registro de datos diseñados con base en los estándares requeridos según el tipo de información.
2. En la segunda etapa, se obtiene el dato en campo dependiendo de la fuente (p. ej. monitoreo, revisión bibliográfica) y se registra. Para lo cual, se usan los formatos físicos o digitales según se facilite para el tipo de actividad de obtención. Posteriormente, en laboratorio se separarán los ejemplares o las evidencias y se identificarán.
3. El tercer paso consistirá en el procesamiento y organización de los datos. Para ello, se harán las transformaciones a los datos que así lo requieran, y se complementará la información acorde a lo procesado.
4. La cuarta etapa es la estandarización de los datos en una plantilla de hoja de cálculo (*Excel*) con los campos requeridos bien documentados.
5. Las siguientes tres etapas competen al administrador de contenidos, quien realiza la revisión y validación de los datos aplicando los controles de calidad necesarios con ayuda de estándares y herramientas específicos. Tras lo cual, la información aprobada es archivada.

Uso de estándares

El Sistema de Información sobre Biodiversidad Marina de Colombia (SiBM) acepta los estándares válidos que se aprecian en la Tabla 2. La aplicación de estos facilita la interoperabilidad con otros sistemas de información, tales como OBIS del cual INVEMAR es el Nodo para Colombia²³ y el Facilitador de Información sobre Biodiversidad Global (GBIF, por sus siglas en inglés), del cual el SiB Colombia es Nodo nacional²⁴.

Entre los estándares de mayor uso se encuentra Darwin Core - DwC, del cual se han seleccionado un número mínimo de atributos a registrar que deben ser tenidos en cuenta por cualquier investigador durante la adquisición de la información marino-costera; estos son:

- Base del registro
- Nombre científico del taxón/taxa
- Fecha de registro/colecta
- Registrado por
- Identificado por
- Fecha de identificación
- Estatus de la identificación
- Latitud/Longitud
- Elevación mínima/máxima o Profundidad mínima/máxima (según aplique)
- Método de colecta/registro
- Método de identificación
- Georreferenciado por
- Estatus de la georreferenciación
- Nombre del proyecto/actividad
- Código de la estación
- Localidad (si es posible)
- Número de catálogo
- Hábitat

En general, los criterios tenidos en cuenta durante el proceso de depuración y estandarización son: “Campos mínimos de datos”, “Forma y sintaxis”, “Taxonomía” y “Datos geográficos”. Para validar cada uno de ellos se usan diferentes herramientas y estándares resumidos en la Tabla 2. Para el primero de los criterios se utilizan los estándares aceptados por SiBM. Para el segundo se usan herramientas de verificación online de GBIF. Para la taxonomía de las especies se utilizan como referentes bases de datos especializadas. Finalmente, para la ubicación espacial, se usan bases de datos, visualizadores geográficos y conversores que ayudan georreferenciar las localidades.

²³ Recuperado de: <http://iobis.org/>.

²⁴ Recuperado de: <https://www.gbif.org/>.

Control de calidad

Los recursos de biodiversidad (conjuntos de datos y metadatos) que han sido compilados en una plantilla de hoja de cálculo estandarizada, son revisados aplicando controles de calidad basados en las especificaciones de los estándares y con ayuda de herramientas de validación. Durante este proceso se verifica al menos que:

- a) Los nombres de los taxa, biomas, ecosistemas, hábitats etc., estén escritos apropiadamente acorde a listados estandarizados y reconocidos.
- b) Los diferentes tipos de autorías sean debidamente reconocidas: colector, identificador, revisor, digitalizador, georreferenciador.
- c) Los datos geográficos, coordenadas, *Datum*, o lugares indicados como sitio de colecta, hayan sido tomados y transformados adecuadamente.
- d) Las fechas registradas estén acorde a las normas requeridas por el estándar.
- e) No haya espacios ni caracteres inadecuados que dificulten la lectura de los datos.
- f) Los datos mínimos requeridos por el estándar hayan sido documentados.
- g) La información digitalizada corresponda con la descrita en la evidencia física, para los casos en los que está asociada a ejemplares u otros elementos como imágenes, tejidos, entre otros.
- h) La información relacionada con el conjunto de datos (metadatos de la actividad) esté completa.
- i) Las fotografías que se entregan como evidencia física o como información complementaria de un registro tengan documentados información sobre: autor, fecha, lugar y una descripción de la imagen.
- j) La información cartográfica (en los casos que sea asociada) se documente acorde a la norma ISO 19115.

Tabla 2. Herramientas y estándares usados para la verificación y documentación de datos de biodiversidad marino-costera.

Crterios	Estándares y herramientas	Uso	Recurso en línea
Campos mínimos de datos	Estándares	DwC y DwC-A	Registros biológico, eventos de muestreo, medidas y hechos. TDWG: Darwin Core http://rs.tdwg.org/dwc/ The OBIS Manual http://iobis.org/manual/
		Plinian Core	Catálogos de especies. TDWG: Plinian core https://github.com/PlinianCore/Documentation/wiki/About
		<i>Ecological Metadata Language</i> (EML)	Documentar conjuntos de datos (metadatos). <i>The Knowledge Network for Biocomplexity: EML Specification</i> https://knb.ecoinformatics.org/external/emlparser/docs/eml-2.1.1/index.html
		ISO 19139	Estándar para documentación de datos cartográficos asociados. ISO/TS 19139:2007 – <i>Geographic Information – Metadata – XML Schema implementation</i> https://www.iso.org/standard/32557.html
Forma - sintaxis	Validador de datos GBIF	Validez de contenido y uso de datos acorde a GBIF. Facilita la depuración de datos: espacios, caracteres inválidos o dudosos, errores de conversión.	GBIF <i>data validator</i> https://www.gbif.org/tool/81281/gbif-data-validator
Taxonómicos	Coincidencia de taxa WoRMS	Verificación automática de listados de especies o taxa con la base de datos de <i>World Register of Marine Species</i> (WoRMS).	WoRMS <i>Taxon match tool</i> http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=match

Comité Técnico Nacional de Coordinación de

Datos e Información Oceánica

Crterios	Estándares y herramientas	Uso	Recurso en línea
	Estandarización de datos de especies	Para archivos mayores a 1500 filas. Permite integrar diferentes tipos de información abierta (genética, biogeográfica, especies amenazadas, etc.).	<i>Lifewatch Taxonomic Backbone – LW-TaxBB</i> http://www.lifewatch.be/en/taxonomic-backbone
	Lista de nombres de procariotas	Referente taxonómico y de autoridades para bacterias.	<i>List of Prokaryotic names with Standing in Nomenclature: LPSN</i> http://www.bacterio.net/
	Base mundial de algas	Referente taxonómico para las algas marinas y costeras.	AlgaeBase http://www.algaebase.org/
	Centro Nacional de Información Biotecnológica de los Estados Unidos	Base de datos de nombres y linajes filogenéticos de organismos con datos moleculares en la base de NCBI.	<i>National Center for Biotechnology Information (NCBI)</i> https://www.ncbi.nlm.nih.gov/guide/taxonomy/
	Clasificación de aves de Suramérica	Referente para validación taxonómica para aves.	Sociedad Ornitológica Americana http://www.museum.lsu.edu/~Remsen/SACCBaseline.htm
Geográficos	Gacetero geográfico de Regiones Marinas (MRGID)	Lista estandarizada de áreas y locaciones marinas (requerido por OBIS).	<i>Marine Regions</i> http://marineregions.org/
	Visualizador GPS	Convertor de coordenadas, visualizador geográfico de múltiples formatos.	<i>GPS Visualizer</i> http://www.gpsvisualizer.com/
	Guía de mejores prácticas en georreferenciación	Guía para implementar mejores prácticas en la georreferenciación de especies.	<i>Biogeomancer, Guide to Best Practices in Georeferencing</i> https://www.gbif.org/document/80536/biogeomancer-guide-to-best-practices-in-georeferencing

Responsables del ciclo

Durante el ciclo del dato intervienen cuatro actores: el Investigador o proveedor del dato, el Administrador de contenidos, el Curador de recursos digitales, y el Custodio. El rol más importante corresponde a los investigadores a cargo de recolectar y organizar los datos, ya que son los responsables de su calidad. Ellos además deben participar en las demás etapas del ciclo del dato, y tienen el deber de ayudar en las actualizaciones que apliquen a la información.

El segundo papel es desarrollado por el administrador de contenidos, quién es responsable de asegurar la correcta aplicación de los estándares pertinentes. Éste también orienta el proceso de verificación física, para los casos en los que los datos correspondan a especímenes o material biológico asociado que vaya a ser depositado en las colecciones del Museo de Historia Natural Marina de Colombia – Makuriwa. En este caso, provee la información a los curadores para que estos puedan constatar que los datos registrados, correspondan con los proporcionados por la evidencia física (datos de etiqueta) y desde luego, con el taxón indicado. Así mismo, se encarga de sistematizar la información y de actualizarla cuando surjan cambios.

El curador de los recursos digitales, es responsable de atender al funcionamiento apropiado de la plataforma del sistema, así como de aplicar los procedimientos técnicos adecuados para garantizar la integridad de los datos y el control de la obsolescencia tecnológica.

Por último, el custodio es el responsable de garantizar el acceso a los recursos digitales de acuerdo a las condiciones establecidas por los autores, considerando por ejemplo los tiempos de embargo, y promoción de su uso.

El contacto oficial para orientar cualquier paso del proceso durante el ciclo del dato de biodiversidad marina es el administrador de contenidos (administrador_sibm@invemar.org.co).

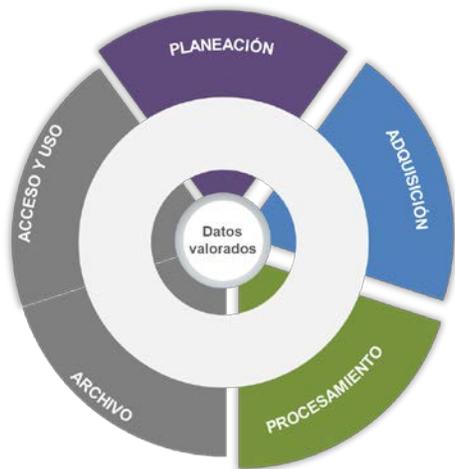
Recomendaciones

Derivado de los procesos de control de calidad se han identificado errores que inciden de forma importante en calidad de la información, los cuales por lo general pueden ser evitados por el Investigador o proveedor de datos si se adoptan rutinas de buenas prácticas para la obtención de información. Por lo tanto, con base en dichos errores se sugiere incluir entre los aspectos a considerar:

- Preparar previamente a la salida de campo los formatos en los que se haya validado que todos los datos requeridos serán recolectados.
- Registrar el dato inmediatamente este sea obtenido, no dejarlo a la memoria para evitar errores por omisión o confusión de la información.

- Llevar un Geoposicionador Satelital Global - GPS (en lo posible) y estar familiarizado con su uso, asegurándose que está programado en el *Datum* geodésico apropiado para Colombia (WGS84).
- Registrar las coordenadas tal cual las obtiene del GPS, manteniendo en el registro el dato original. Eso facilita las correcciones posteriores al hacer las transformaciones requeridas.
- Si no cuenta con un GPS, asegurarse de indicar tantos detalles del lugar como sea posible (municipio si es posible, si está en un área marina protegida, nombre del accidente geográfico o si está cerca a uno conocido (p. ej. bahía, cabo, islote, bajo, etc.), incluir notas (p. ej. costado derecho de la bahía, metros de profundidad, junto al arrecife, cerca de la franja inicial del manglar). Todos estos detalles ayudan a georreferenciar (asignar coordenadas) localidades con mayor exactitud.
- En campo, guardar la información en varios medios, si se tomó en físico fotografiarla en lo posible para evitar pérdida, y digitalizarla cuanto antes tomando medidas de respaldo (*backup*).
- Cuando procese los datos registre los métodos empleados, los cambios efectuados y el responsable de los mismos; esto le ayuda a la trazabilidad del proceso y a complementar la información.
- Sea metódico y organizado al estructurar la información en las plantillas de la hoja de cálculo, y verifique siempre contra los formatos originales (campo) que todos los datos hayan sido consignados y los campos mínimos documentados.
- Cuando actualice datos (p. ej. cambio de identidad taxonómica, o incorpore más información asociada), comuníquese con administrador de contenidos para que lo oriente sobre la forma en que se pueden documentar los cambios y hágalo. Recuerde que es el proveedor de los datos el principal responsable de la calidad de la información que proporciona.
- Asegúrese de entregar al Custodio la demás información asociada, acorde a los lineamientos que estén definidos. De esto modo se evita pérdida de la misma (accidental o por obsolescencia tecnológica).

2.5. Datos de arrecifes coralinos



Mejores prácticas aplicadas a la planeación, adquisición y procesamiento de datos de arrecifes coralinos

Los datos de arrecifes coralinos, se refieren al conjunto de valores que dan información acerca del estado de integridad ecológica respecto a variables conspicuas, fácilmente medibles e indicadores efectivamente del estado y composición en que se encuentran las formaciones coralinas.

Desde 1998 oficialmente el INVEMAR, en el marco del “Sistema de Monitoreo para Arrecifes Coralinos” mide en el mismo sector por vez, las siguientes variables: (i) Porcentaje de cobertura de coral vivo, de macroalgas frondosas y de tapete, ambos, en 5 transectos de 10 metros de largo mediante la metodología de punto intercepto cada 10 cm; y (ii) Biomasa (g/100 m²) de especies de peces loro, cirujano, pargo, cherna y mero en 10 transectos de banda de 2m X 30m en la misma área en la que se evalúan los corales. Cada una de estas son las variables mediante las cuales se obtiene el

índice de condición tendencia de áreas coralinas (Rodríguez-Ramírez *et al.*, 2014) con el cual se realiza el reporte anual del estado de los corales en Colombia.

El INVEMAR ha desarrollado herramientas (tipo software) que sirven para acopiar y organizar datos e información marino-costera, que apoyen la construcción de nuevo conocimiento bajo el SIAM. Uno de los instrumentos temáticos de acopio y gestión de información del SIAM, es el Sistema de Soporte al Monitoreo de las Áreas Coralinas (SiSMAC), que almacena los datos sobre el estado y composición de las formaciones coralinas en Colombia desde 1998.

Fuente de los datos

Los datos provienen del sistema de monitoreo implementado en el programa de Biodiversidad y Ecosistemas Marinos (BEM) del INVEMAR, en la línea de Organización y Dinámica de Ecosistemas (ODI), cuyos profesionales se encuentran capacitados en todas las técnicas y variables en campo, las cuales son colectadas directamente en 84 estaciones evaluadas anualmente y cuyos datos son cargados/almacenados en el menor tiempo posible en el repositorio institucional.

El almacenamiento de los datos está soportado por una plataforma de información propia, en la cual, pensando en la usabilidad y facilidad que se desea ofrecer a los usuarios. La carga inicial de información se realiza a través de plantillas programadas en hojas de cálculo. Estas son diligenciadas por los investigadores con la información recolectada en el monitoreo en campo.

Una vez culminado cada monitoreo y todos los datos han sido cargados, se evalúan los indicadores generados automáticamente por la plataforma. Los indicadores provienen de procesos de cálculo programados por personal experto del LabSIS con el fin de detectar errores y corregir antes de publicar los resultados de indicadores sobre informes técnicos presentados a las autoridades ambientales.

Respecto al seguimiento de las formaciones coralinas en Colombia, el INVEMAR ha publicado a la fecha tres documentos que resumen las metodologías utilizadas en los últimos 20 años para evaluar su estado.

El primero de ellos es la metodología para estaciones fijas de monitoreo usada en los comienzos del Sistema de Monitoreo de Arrecifes Coralinos (SIMAC) en 1998 y fue denominada “Manual de métodos del SIMAC” (Garzón-Ferreira *et al.*, 1998), basado en protocolos del *Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment* (AGRRA) Versión 5.4 y *CARICOMP Monitoring of Coral Reefs* 1997. Esta metodología consiste en transectos de 10 m de longitud en los que se evalúa centímetro a centímetro la composición de los bentos; y para la riqueza y abundancia de los peces de familias selectas se hacen los transectos de banda de 60 m² (10 bandas de 2m X 30m).

En 2013, se elaboró un documento con el fin de fortalecer los métodos de campo para estudios ambientales en ecosistemas marinos y costeros que puedan ser usadas para evaluar impactos en exploración de hidrocarburos costa afuera, entre otros, en ecosistemas marinos costeros (corales, pastos marinos, manglares, playas, litorales rocosos y fondos blandos) mediante evaluaciones ecológicas rápidas (Báez, 2013).

Por último, a partir del 2014 se implementó una segunda metodología denominada Punto intercepto, para estaciones fijas de monitoreo, un poco más sencilla que la elaborada por Garzón-Ferreira *et al.*, 1998, pero basada en esta. La diferencia radica especialmente en que se evalúa la composición coralina y de macroalgas, solo en los puntos equivalentes a cada 10 cm sobre el transecto de 10 m de longitud, y se miden las abundancias y tamaños de los peces de familias selectas de herbívoros y carnívoros para convertir el dato en biomasa y reportarlo en g/100m². Estas variables están asociadas al indicador de condición tendencia de corales, el cual fue un producto en el marco del proyecto “Diseño e implementación de un Subsistema de Áreas Marinas Protegidas en Colombia”- GEF, con insumos de los estándares utilizados en *Healthy Reef Initiative* y de la misma base de datos SiSMAC para el Pacífico colombiano (Rodríguez-Ramírez *et al.*, 2014).

Actualmente, esta última metodología es la que se utiliza formalmente en todas las áreas evaluadas en el país por el INVEMAR. Los informes producto de esta metodología son entregados anualmente a las autoridades ambientales administradoras de las áreas coralinas, con recomendaciones sobre su estado y potencialidades, con el fin de proveer una herramienta técnica para la toma de decisiones.

Control de Calidad

Para asegurar la calidad de los datos de arrecifes coralinos, existen cuatro niveles de control, los cuales minimizan errores y aseguran que se reporte el estado actual del ecosistema coralino desde el SIAM en el marco del Sistema de Información Ambiental para Colombia (SIAC):

- El primer nivel, se refiere a la capacitación y seguimiento del personal que realiza el monitoreo mediante evaluaciones periódicas y continuas para garantizar su conocimiento.
- El segundo, consiste en la revisión aleatoria de datos cargados/almacenados en el repositorio a través de las plantillas de digitación de datos (hojas de cálculo), por parte de un evaluador.
- El tercero, que es automático, consiste en el bloqueo de información (no ingreso) que no esté previamente relacionada/referenciada en la base de datos. Se asegura que especies o datos de organismos no reportados previamente para un área o de otra área, no ingresen sin revisión supervisada de expertos.
- En el cuarto nivel, una última evaluación externa previa a subir los datos al sistema, que busca identificar posibles errores de digitación, recreación de fórmulas para el indicador, protocolización de las secuencias de corrida de datos etc. Es realizada por el equipo técnico de profesionales de LabSIS del INVEMAR.

Responsables del ciclo del dato

El INVEMAR es el encargado de responder por información sobre el estado de los ecosistemas marinos y costeros del país. Al interior de la institución, la temática sobre los ecosistemas marinos se encuentra en el área de la Línea de Investigación en Organización y Dinámica de Ecosistemas (ODI) del programa de Biodiversidad y Ecosistemas Marinos (BEM). El personal científico de esta área del conocimiento del INVEMAR, está capacitado para informar sobre el indicador o su proceso de análisis.

Actualmente, a cargo de la parte técnica de la temática se encuentra el investigador Raúl Navas Camacho (raul.navas@invemar.org.co) y en la jefatura de la línea de investigación ODI, Diana Isabel Gómez López (diana.gomez@invemar.org.co).

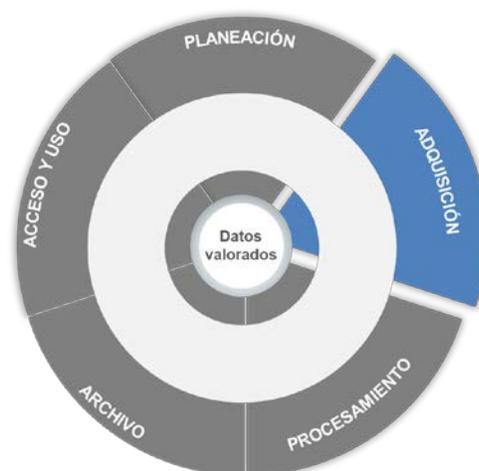
Por su parte, LabSIS de la coordinación de Investigación e Información para Gestión Marina y Costera (GEZ), es el área encargada de mantener y custodiar el repositorio de información institucional desde el momento de su concepción, hasta la implementación y posterior mantenimiento del sistema para asegurar la persistencia de los datos y su acceso en cualquier momento. En la parte técnica, se encuentra el investigador Julio Bohórquez Naranjo (julio.bohorquez@invemar.org.co) y como jefe del Laboratorio, Julián Pizarro Pertúz (julian.pizarro@invemar.org.co).

Recomendaciones

- La interpretación del índice de condición tendencia se hace tanto con el resultado *per se* cómo con apoyo de otras variables como la salinidad, presencia de enfermedades, presencia de especies invasoras, aumento en la abundancia o riqueza de organismos asociados (esponjas, peces, erizos etc.), eventos de origen antrópico sucedidos en tiempo cercano o frecuentemente, eventos meteorológicos u otras amenazas naturales sucedidas que puedan determinar un impacto directo o indirecto en los resultados obtenidos, que no están contempladas como indicadoras pero que complementan y ayudan a explicar el valor del índice obtenido.
- Es conveniente tener en cuenta que la biomasa de peces sólo está contemplada para el Caribe colombiano. Esta información actualmente se basa en las tablas de referencia del Arrecife Mesoamericano (HRI, 2012). Por su parte para el Pacífico colombiano, la referencia de acuerdo con las categorías de estado para los peces, está dada en términos de abundancia de organismos, en tanto se recopila la suficiente información para establecer las biomásas de las especies bajo estudio.
- Es necesario reconocer las especies de peces y coral que se requiere revisar en cada una de las áreas (Caribe y Pacífico) para cumplir con los objetivos del indicador.

2.6. Métodos de captura-análisis de muestras de mesozooplankton del Océano Pacífico colombiano

El zooplankton está compuesto por una elevada abundancia y diversidad de invertebrados en todas sus fases de desarrollo, además de huevos, larvas y postlarvas de peces (ictioplancton), distribuidos en todos los ecosistemas acuáticos del mundo. Su abundancia y biomasa son cardinales para interpretar y comprender su distribución, la dinámica del flujo energético en la trama trófica, estimar los flujos de C, N y P (Ré *et al.*, 2005; Suthers y Rissik, 2009), y alimentar modelos matemáticos en la evaluación de la dinámica planctónica (Rehim *et al.*, 2016) y las pesquerías (Beaugrand *et al.*, 2003; Escribano y Castro, 2004; Cheung *et al.*, 2011). Muchas especies son indicadores de la calidad ambiental, variabilidad climática (Greg *et al.*, 2003; Rau *et al.*, 2003), surgencias (Loreto *et al.*, 2016) y episodios El Niño y La Niña (Pelayo *et al.*, 2017). Para comprender todos estos procesos, son esenciales los datos confiables sobre el mesozooplankton (200–2000 μm), la clase de tamaño más común de la comunidad zooplanctónica (Riccardi, 2010).



Métodos para la adquisición de datos de mesozooplankton.

Esta reseña se basa en la investigación efectuada por la UMNG relacionada con los “**Métodos de captura-análisis de muestras de mesozooplankton del Océano Pacífico Colombiano – OPC. Estudio Regional del Fenómeno El Niño - ERFEN**”. El tratamiento y análisis de los datos no se considera aquí. Además de contemplar la distribución y abundancia, el enfoque se ha ido orientando a la identificación, pues el conocimiento de la biodiversidad complementa los estudios ecológicos y promueve el descubrimiento de nuevas especies, de las cuales es necesario conocer su biología, biogeografía y ecología (Costello *et al.* 2015). Buscando un mayor alcance de la información y datos utilizables en la modelación matemática en el marco de mejores prácticas, p. ej., *Ecopath with Ecosim* (López y Trujillo, 2002; Pavés y González, 2008; Heymans *et al.*, 2016), la UMNG ha iniciado la estimación de la biomasa. Pese a su utilidad, la información es aún exigua en Colombia y el Pacífico Americano (López, 2018), atribuible a que la identificación específica y el proceso de obtención más preciso (secado de las muestras biológicas), es una tarea bastante dispendiosa.

En la investigación de la UMNG se han seguido metodologías estándar, aceptadas y validadas a nivel mundial (p. ej., Smith y Richardson, 1979; Boltovskoy 1999; Harris *et al.*, 2000; Clesceri *et al.*, 2001; Koval, 2003; Suthers y Rissik, 2009; Santhanam *et al.*, 2015; Heymans *et al.*, 2016; Oozeki, 2018), cotejables en la miríada de artículos sobre el tema alrededor del mundo. La mayoría de estas referencias consideran los lineamientos de las infraestructuras de publicación de datos en línea más reconocidas, como: OBIS, GBIF, WoRMS, *Census of Marine Zooplankton* (CMarZ) y *Census of Marine Life* (CoML) (Costello *et al.*, 2010; Costello *et al.*, 2015; Vandepitte *et al.*, 2018).

Compendio de la investigación sobre el zooplancton en el OPC-ERFEN

El estudio del zooplancton ha aumentado históricamente y es cada vez más habitual y sistemático alrededor del mundo. En el OPC se ha evaluado su abundancia y distribución desde hace más de 40 años (p. ej., Pineda, 1976; 1977; 1979; López, 1997, 2002; Beltrán y Ríos 2000; Giraldo y Gutiérrez, 2007; Martínez *et al.*, 2007; Murcia y Giraldo, 2007), aunque esporádicamente y sobre todo en septiembre-octubre, periodo en el que usualmente se desarrolla el Crucero ERFEN en Colombia. Muchos de los resultados corresponden a trabajos de grado e informes técnicos (pocos han sido publicados). En la Tabla 3 se aprecian ejemplos de los primeros y de los artículos científicos conocidos, incluyendo los considerados para la comunidad zooplanctónica general, así como para algunos grupos específicos.

Tabla 3. Compendio de tesis de grado y artículos científicos sobre el zooplancton en el OPC-ERFEN.

Tipo de documento	Comunidad	Referencia
Tesis de grado	Zooplanctónica en general	Beltrán, 1992; Cely y Chiquillo, 1993; López, 1984; Moreno, 1995; Saretzki, 1998; Escobar, 2004; Riveros, 2005; Jiménez, 2008
	Zooplanctónica en general	Murcia y Giraldo, 2007; Martínez <i>et al.</i> , 2010; Giraldo <i>et al.</i> , 2011; Velasco, 2011; Giraldo <i>et al.</i> , 2014
Artículos científicos	Copépodos	López, 2012; Jaimes y López, 2014; López y Mojica, 2015a-c; Jerez <i>et al.</i> , 2017
	Eufausiáceos	Carvajal <i>et al.</i> , 2009; López y Medellín, 2010
	Hidromedusas	Baldrich y López, 2010; Baldrich y López, 2013; López y Baldrich, 2010
	Hipéridos	Valencia y Giraldo, 2009; Valencia y Giraldo, 2012
	Ictioplancton	Jiménez y Arboleda, 1991; López, 1997; Escarria <i>et al.</i> 2005; Escarria <i>et al.</i> , 2006; Martínez <i>et al.</i> , 2010; Medina <i>et al.</i> , 2014; Beltrán <i>et al.</i> , 2016
	Larvas de estomatópodos	Jaimes y López, 2008; Jaimes y López, 2014
	Paralarvas de cefalópodos	Rosales y López, 2007; Vargas, 2014
	Poliquetos pelágicos	Carvajal <i>et al.</i> , 2009
	Quetognatos	López, 1984; López, 1997; López, 2018; Arboleda; 1988; Gómez y López, 2002; López <i>et al.</i> , 2007; García <i>et al.</i> , 2008; Carvajal <i>et al.</i> , 2009
	Sifonóforos	Uribe <i>et al.</i> , 2018
	Taliáceos	Carvajal <i>et al.</i> , 2009

Generalidades sobre el OPC

El OPC (01°30'-07°10' LN, 77°40'-82°00' LO) comprende ca. 339.500 Km² (Figura 16) influenciados por los desplazamientos de la Zona de Convergencia Intertropical, ocasionando vientos variables, predominio de aire cálido y húmedo, rápida formación nubosa y precipitaciones fuertes. La mayor salinidad oceánica contrasta con su disminución en aguas costeras por las elevadas descargas fluviales, el estancamiento de las masas nubosas, y la evapotranspiración de los manglares y selvas.

Los grandes flujos superficiales son: Contracorriente Ecuatorial, Corriente de Panamá, Corriente Costera del Chocó, Corriente de Colombia, Corriente de Humboldt y una circulación ciclónica en el centro-norte del OPC. Son manifiestos los frentes, ascenso vertical y amplias zonas de surgencia, remolinos ciclónicos y anticiclónicos, y la influencia de La Niña y El Niño (CCCP, 2002; Gómez y Martínez, 2005; Málíkov y Villegas, 2010; Navia *et al.*, 2015; Villegas *et al.*, 2016).

Métodos

1) Estaciones de muestreo

Red PACÍFICO-ERFEN (CCCP, 2002) cruceros: 1= 23.Jun-12.Jul.01, 2= 27.Ago-15.Sep.01, 3= 03-22.Sep.02, 4= 01-21.Sep.03, 5= 16.Sep-08.Oct.04, 6= 02-25.Sep.2005, 7= 04-29.Sep.2007 (Figura 17).

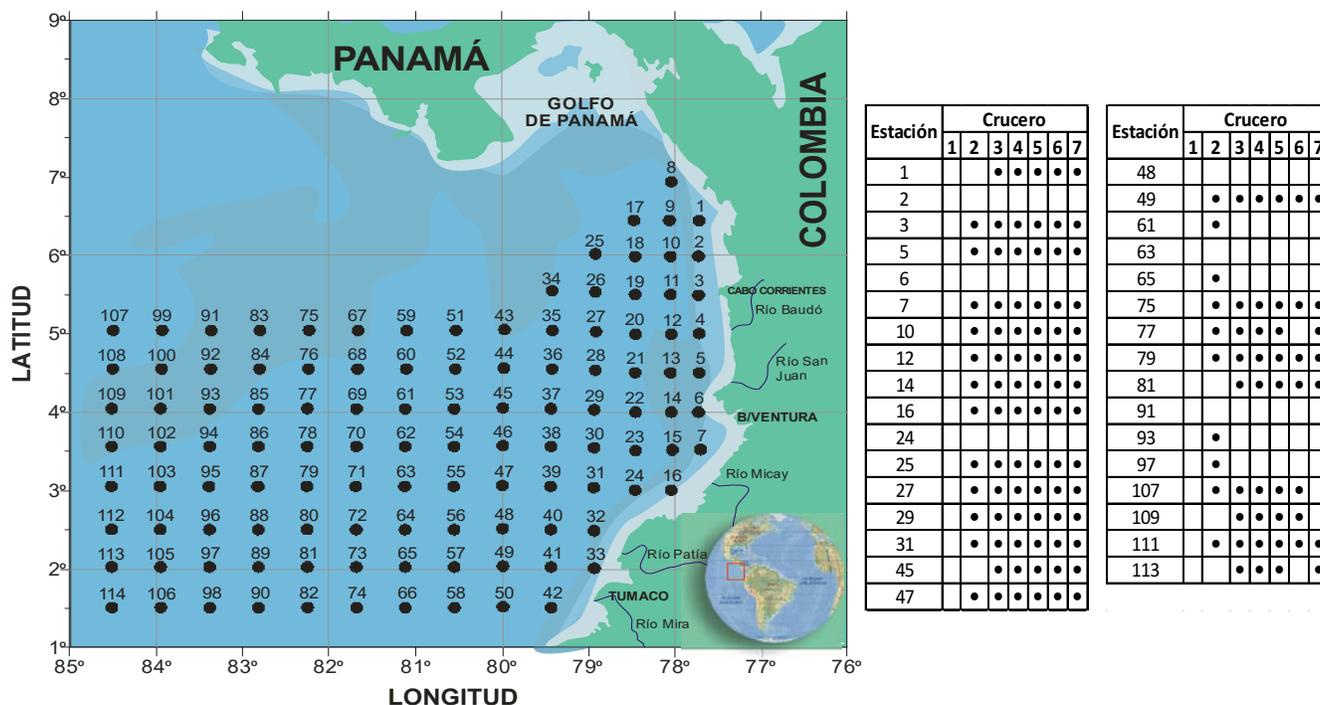


Figura 17. Mapa del área de estudio y red de estaciones PACÍFICO-ERFEN para la captura del mesozooplacton.

2) Captura del mesozooplancton

Arrastres superficiales (2001-2004). Red cónica Southco 1100434 (\varnothing = 0,50 m, longitud 1,43 m, malla 363 μ m). Primer metro superficial durante 10 min., a dos nudos.

Arrastres oblicuos (2005 y 2007). Red bongo (\varnothing = 60 cm, longitud 1.85 m, mallas 294 y 520 μ m) hasta una profundidad media de 165 m en 2005 y 184 m en 2007. Muestras fijadas y preservadas con formaldehído al 4% y 10% neutralizada, respectivamente (Suthers y Rissik, 2009). Estimación del agua filtrada durante los arrastres mediante flujómetros previamente calibrados (Smith y Richardson, 1979).

3) Separación y conteo de los organismos

Fraccionador Folsom. 50% de cada muestra para estimar la biomasa y 50% para cuantificar e identificar los zoopláncteres, a partir de diferente número de submuestras obtenidas con el mismo aparato, pipetas Stempel o Pasteur, dependiendo de la densidad de organismos (Suthers y Rissik, 2009). Cámaras de recuento de zooplancton Bogorov y estereoscopios. De cada submuestra extracción al azar de al menos 30 individuos, como mínimo estadístico recomendado (Zar, 2013), excepto las larvas de peces obtenidas en su totalidad (Smith y Richardson, 1979; Suthers y Rissik, 2009).

4) Estimación de la biomasa

Biomasa húmeda. Zooplancton en general. Eliminación del agua intersticial mediante filtrado en un tamiz (poro= 0,2 mm) y papel absorbente durante 1 min. (Lovegrove, 1966).

Biomasa seca. Quetognatos. Estimación del peso húmedo, según se mencionó anteriormente; además, extracción de sales lavando los especímenes con agua destilada 10-15 seg. (Lovegrove, 1966). Secado en horno hasta peso seco constante (60°C, 24 h); la diferencia entre éste y el peso húmedo equivale a la biomasa seca (g), determinada de inmediato para evitar la rehidratación (Lovegrove, 1966) y asegurar la eliminación de agua, sin afectar el contenido orgánico (Ré *et al.*, 2005). En todos los casos en que se determinó la biomasa se usó una balanza analítica de precisión 0,0001 g.

Biomasa volumétrica. Asignación de formas geométricas equivalentes:

- Quetognatos. Cabeza = elipsoide, cuerpo = cilindro, cola = cono (López, 2018).
- Copépodos. Cefalotórax (prosoma) = elipsoide-esferoide, abdomen (urosoma) = cilindro, antenas= cono.

Mediciones con un micrómetro ocular dispuesto en un microscopio con escala milimetrada de 0,01 mm de precisión (Jaimes y López, 2014).

5) Identificación de los organismos

Hasta la máxima categoría taxonómica posible, siguiendo publicaciones especializadas citadas en la bibliografía o en artículos referenciados en la misma.

6) Estandarización de la abundancia y la biomasa (100 m³)

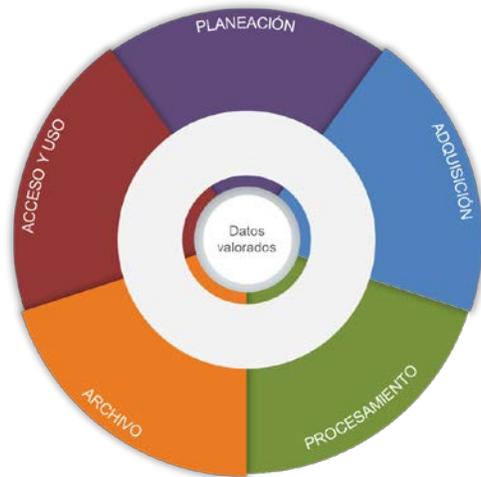
Arrastres horizontales (2001-2004). $X = 100 \text{ m}^3 \cdot x \cdot NF / \pi \cdot r^2 \cdot d$; donde X = total de individuos o biomasa, NF = Número de divisiones Folsom; x = individuos o biomasa por arrastre, $\pi \cdot r^2 \cdot d$ = volumen de agua filtrada por arrastre, r = radio de la red, d = número de revoluciones por factor de calibración del flujómetro.

Arrastres oblicuos (2005 y 2007). la fórmula cambia en $d = l \cdot \cos(1/\tan \cdot \tan P)$ = profundidad máxima del lance; coseno y tangente referidas al ángulo del cable, l = longitud máxima (m) del cable filado y $\tan P$ = tangente promedio del ángulo del cable, medido cada 30 seg. (Smith y Richardson, 1979).

Perspectivas

Algunos retos para el ERFEN-Colombia pueden ser los del Grupo de Estudio del *International Council for the Exploration of the Sea* (ICES), p. ej., evaluación zooplancton-pesquerías, mayor desarrollo de las series temporales, compilación e integración de relaciones alométricas para las especies, y evaluación de nuevas metodologías para el estudio de la distribución, abundancia, fisiología, identificación y genética del mesozooplancton (Wiebe *et al.*, 2016). Además, debe pensarse en evaluar las corrientes paralelamente a los muestreos, y aumentar el número de estaciones, contemplando la comparabilidad día vs. noche, así como aplicar la modelación ecológica de la comunidad zooplanctónica y las pesquerías, cuyo único acercamiento en el OPC ha sido con *Ecopath with Ecosim* (López y Trujillo, 2002). En la comparación inter-ecosistémica debe tenerse en cuenta el Corredor Marino del Pacífico Este Tropical.

2.7. Manejo de datos en áreas protegidas de Parques Nacionales Naturales de Colombia



Mejores prácticas aplicadas a los datos manejados en PNNC

PNNC es la entidad del Estado colombiano encargada de la administración y manejo del Sistema de Parques Nacionales Naturales (SPNN) y la coordinación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) (Decreto 3572, 2011), promoviendo estrategias de conservación e impulsando modelos de gobernanza. A fin de resguardar la diversidad y riqueza biológica y cultural del país, se han declarado a la fecha 62 áreas protegidas en administración de PNNC, de las cuales 59 corresponden al SPNN (17.466.973 he), y tres a Distritos Nacionales de Manejo integrado (DNMI) (3.214.111 he). De las anteriores, 18 áreas son costeras, marino-costeras y submarinas, con diferentes categorías de manejo: Parques, Vía Parque, Santuarios y DNMI, las cuales corresponden a 5.987.604,96 hectáreas de la superficie marina del país (6,45%) (RUNAP, 2018a-b).

Este grupo de Áreas Marinas Protegidas (AMP), se han constituido en un reto de manejo, por lo que la adquisición de datos oceánicos es una herramienta que aporta información clave para conocer el estado y las presiones de los ecosistemas marinos, permitiendo medir la efectividad de las estrategias implementadas y, consecuentemente, facilitar la toma de decisiones respecto a la regulación del uso de los recursos.

Por lo anterior, este apartado busca presentar un corto recuento de la experiencia que PNNC tiene en la gestión de datos oceánicos, contada desde el ciclo de vida del dato adaptado de SGLO, 2015, que va desde la preparación de los diferentes instrumentos para la puesta en marcha de los diseños de monitoreo, seguida de la colecta o toma de datos, el almacenamiento de los registros y finalmente su análisis, uso y distribución (Figura 18).

Planeación y adquisición de la información

Cada AMP cuenta con un Plan de Manejo, correspondiente al instrumento de planificación que orienta la gestión hacia el cumplimiento de los objetivos de conservación, el cual es revisado y actualizado cada cinco años en sus tres componentes: diagnóstico, ordenamiento y planeación estratégica. Adjuntos a éste, se presenta a su vez el portafolio de proyectos de investigación y el programa de monitoreo, los cuales son formulados acorde a los lineamientos institucionales, lo que garantiza los mecanismos de flujo de información.

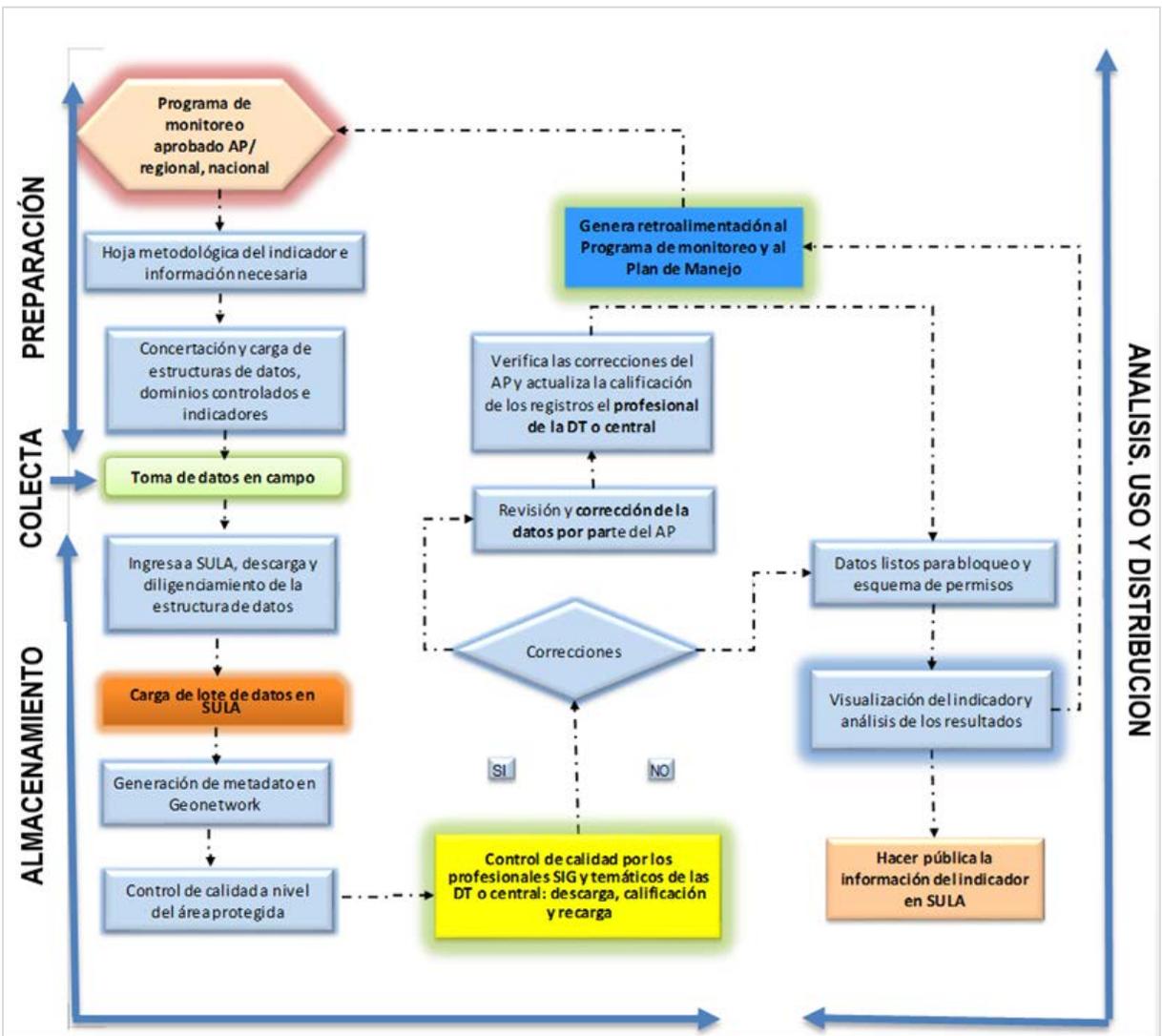


Figura 18. Ciclo de vida de los datos manejados en PNNC (Fuente PNNC).

Los portafolios, contienen las necesidades de información priorizadas durante la formulación, reformulación o actualización de los planes de manejo. Por su parte, los programas de monitoreo establecen las variables priorizadas, los diseños metodológicos de cada una, el análisis de los datos con relación a umbrales pre-establecidos (semáforos) o cambios esperados, el plan de trabajo y el presupuesto necesario para su implementación. Cada AMP es responsable de la ejecución de la planeación del monitoreo, por lo tanto, la adquisición de la información dependerá de los recursos humanos, financieros y logísticos disponibles, así como de la metodología establecida para cada una de las variables.

A partir del proceso de formulación, reformulación o actualización de los planes de manejo que inició en 2013, se han priorizado diseños de monitoreo en las AMP que aportan a la generación de información de variables biológicas y oceanográficas (Tabla 4), permitiendo establecer el estado de los Valores Objeto de Conservación (VOC).

Tabla 4. Variables oceánicas medidas en las AMP del SPNN.

Ecosistema/grupo taxonómico	Variable	Área Protegida
Plancton	Diversidad- Abundancia Abundancia y distribución de larvas de peces Condiciones fisicoquímicas	PNN CPR- SFFM- PNNUBM- PNNG
Foraminíferos	Diversidad- Foram Index	PNN CPR
Arrecifes coralinos	Diversidad- Composición Estructura- Calidad de agua Enfermedades- Abundancia de especies focales Extensión- Densidad de Peces Octocorales (población y comunidades)	PNNCRSB-PNNT- PNNOPMBL- SFFM PNNG- PNNU
Bosque de manglar	Coberturas- Estado- Densidad- Altura Composición – Estructura-Regeneración natural- Éxito reproductivo-Salinidad intersticial-Sedimentación- Distribución	PNNCRSB – SFFCGSM- SFFCMH- PNNOPMBL- PNNS- PNNU
Praderas de pasto	Abundancia- Estructura- Régimen fisicoquímico del agua- Calidad de sedimentos- Abundancia de especies focales	PNNCRSB- PNNOPMBL
Recursos hidrobiológicos	Composición – Talla- Abundancia de especies claves- Tendencia de capturas- Esfuerzo de captura- Reproducción -Abundancia y composición de especies cartilaginosas y óseas	PNNCRSB- PNNT- PNNOPMBL- PNNS- PNNUBM- PNNU-SFFM
Tortugas Marinas	Éxito reproductivo- Anidación- Tallas- Pesca incidental.	PNNCRSB- SFAPP- PNNG- PNNU
Moluscos (Burgao, caracol pala, <i>Polymesoda arctata</i> , <i>Anadara tuberculosa</i> , <i>Anadara similis</i>)	Abundancia- Estructura de edades- Densidad Talla de captura	PNNOPMBL- VIPIS
Aves marinas (<i>Fregata magnificens</i> , <i>Puffinus lherminieri</i> , <i>Butorides virens</i> , <i>Fregata magnificens</i> , <i>Sula neboxii</i> , <i>Pelicanus occidentalis</i> , <i>Sula leucogaster</i> , <i>Numenius phaeopus</i> , <i>Sula granti</i>)	Abundancia - Estructura de edades- Éxito reproductivo- Sitios de anidación- Composición de dieta- Ectoparásitos	PNNOPMBL – PNNG- PNNS- SFFM
Mamíferos marinos (<i>Megaptera novaeangliae</i>)	Abundancias de grupos -Proporción crías/adultos	PNNU

Almacenamiento y acceso

Los datos generados a partir de la implementación de los programas de monitoreo y la investigación, están actualmente en proceso de incorporación al Sistema de Información de Monitoreo e Investigación de Parques Nacionales Naturales de Colombia (SULA). Este sistema incluye una herramienta software disponible en línea, bajo la arquitectura de Google App Engine, que apoya el proceso de estructuración y almacenamiento de datos, así como la visualización de los indicadores de estado, presión y respuesta de las AMP, permitiendo contar con información oportuna y disponible para verificar el efecto del manejo y el logro de los objetivos de conservación, así como otros usos que se detallarán más adelante.

Para ingresar a SULA se accede al enlace <http://sula.parquesnacionales.gov.co/>. En el mapa que se visualiza en la página de inicio, se despliegan los indicadores públicos, se permite la descarga del Plan de Manejo y acceder a la capa de información (*Shape file*) del área protegida. La plataforma se encuentra estructurada actualmente en 11 temáticas: clima, cobertura, ecoturismo, integridad ecológica, investigación, organismos, presiones, recurso hídrico, recursos hidrobiológicos, restauración y generales. Cada temática facilita la ubicación y organización de la información a manera de carpetas, las cuales contienen diferentes estructuras de datos o plantillas.

La estructura de los datos almacenados en SULA corresponde a tablas en una hoja de cálculo, en las que se almacena la información correspondiente a los mínimos de ubicación temporal y espacial de los registros y las variables a monitorear, de acuerdo con el indicador, la metodología y el formato de campo propuesto en el diseño de monitoreo. Una estructura de datos puede responder a uno o más indicadores, pero como mínimo debe contener las variables para calcular el indicador planteado. Finalmente, los lotes de datos corresponden a conjuntos de registros que se toman en cada temporada descrita en la medición del indicador a través del tiempo. SULA cuenta con ayudas en línea, instructivo en formato PDF y tutoriales con el paso a paso de las diferentes acciones en la herramienta, con el fin de que se puedan articular los datos de manera autónoma desde las áreas protegidas (PNNC, 2018).

El sistema de información SULA se implementó en 2012, y actualmente cuenta con información de 36 áreas protegidas (entre marinas y terrestres), 66 estructuras de datos, 354 lotes de datos y 450.569 registros. Respecto a la información oceánica, para la Dirección Territorial Caribe se tienen hasta el momento 157.333 registros, correspondientes a siete AMP (PNNCPR, PNNCRSB, VIPIS, SFFLC, SFFLF, PNNOPMBL y PNNT), y seis variables (ecoturismo, aves, almeja, burgao, foraminíferos y SIPEIN). Al mismo tiempo, la Dirección Territorial Pacífico ha registrado 122.199 datos provenientes de dos variables (aves y SIPEIN) de tres AMP (PNNNG, PNNS, PNNU).

De manera adicional, se avanza en la articulación con el SIB mediante la herramienta de publicación *Integrated Publishing Toolkit* (IPT) de PNNC como nodo dentro del sistema (<http://ipt.parquesnacionales.gov.co>). Actualmente se cuenta con un total de 12.095 registros articulados. Asimismo, con el INVEMAR se adelanta la articulación a través del Sistema de Soporte de Decisiones del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas (SAMP) inicialmente en el tema de aves marinas (<http://cinto.invemar.org.co/ssdsampindicadores/>).

Complementario al manejo de SULA, Parques Nacionales cuenta con la herramienta para documentar metadatos (información acerca de los datos) denominada Geonetwork (<http://geonetwork.parquesnacionales.gov.co/>), catálogo en línea seleccionado por la entidad para la documentación, búsqueda y descarga de metadatos, los cuales identifican conjuntos de lotes de datos por área, y son actualizados con la carga de información a través del tiempo.

Calidad de la información

Como primera medida de calidad de la toma de información, la entidad ha implementado el “Programa de Equipos de Medición”, el cual tiene el propósito de identificar los equipos críticos y no críticos, establecer el procedimiento para realizar el mantenimiento, verificación y/o calibración de los equipos de medición y el cronograma de ejecución (PNNC, 2017). El programa se encuentra inmerso dentro del Sistema de Gestión de la Calidad Institucional de acuerdo a la Norma Técnica de Calidad en la Gestión Pública NTCGP 1000:2009, con el fin de proporcionar confianza en los datos y en los procesos de medición y seguimiento, garantizando que los equipos empleados para este fin son aptos y que se mantienen con una precisión adecuada.

Respecto a la calidad y validación de la información, esta se desarrolla en dos etapas:

- 1) La primera, la realiza SULA de forma automática a través de las condiciones establecidas en las estructuras de datos como son del tipo de campo, siendo el formato en el que se debe ingresar la información de cada variable (tipo de coordenada, formato de fecha, hora, número entero o decimal, URL, etc.) y los dominios controlados, que son árboles de información precargada, para que la información ingrese de la misma forma (p. ej. nombres de taxonomía, nombres de áreas, palabras establecidas para el filtro de la información), de manera que el sistema valida si lo que ingresa está de acuerdo al dominio controlado precargado.
- 2) La segunda, corresponde a la validación técnica de las variables tanto geográficas como temáticas, con el fin de detectar posibles errores o variables extremas que haya que corroborar con el equipo del área. Esta etapa es desarrollada por profesionales SIG y temáticos.

Uso de la información para la gestión y toma de decisiones

Desde las metas institucionales, los resultados de los programas de monitoreo se plantean como ejes rectores para la toma de decisiones y evidencian la capacidad de administración y manejo de la institución, en favor del cumplimiento de las metas de políticas, convenios y protocolos asumidos por Colombia a nivel nacional e internacional, entre ellos Acuerdo de París (García et al, 2015), Metas AICHI (MADS, 2017), Nagoya (CDB, 2011). A nivel regional la información oceánica obtenida en Parques, se articula con el SAMP, las Comisiones Conjuntas de Ordenamiento del recurso hídrico, las estrategias de los Nodos Regionales de Cambio Climático (MADS y WWF, 2013), las mesas regionales y departamentales de gestión del riesgo, entre otros, con el fin de visibilizar el papel de provisión de servicios ecosistémicos de las áreas marinas protegidas y garantizar su conectividad, lo que a largo plazo se refleja en un aumento de la integridad y resiliencia de los ecosistemas.

A nivel local, la información se utiliza en diferentes escalas (Figura 19), principalmente mediante la metodología del Análisis de Efectividad del Manejo con Participación Social (AEMAPPS). Con esta se hacen seguimientos en el corto, mediano y largo plazo (1, 3 y 5 años respectivamente), los cuales son decisivos para la re-formulación de los Planes de Manejo, para conocer la integridad ecológica del área con base en el estado de conservación de los VOC, las prioridades integrales de conservación, la variación de las presiones y la variación de los servicios ecosistémicos (Valenzuela, 2018), información altamente relacionada con los resultados del monitoreo y la investigación.

En el mediano plazo, e incluso con resolución trimestral, los datos de monitoreo entregan información que permite prever y dar seguimiento a presiones, en particular la información oceanográfica es utilizada por el Comité institucional del Clima, para conocer las condiciones precedentes y prever impactos de variaciones en la dinámica oceánica y atmosférica de las regiones Caribe y Pacífica. A corto plazo, se utiliza la información para la planificación operativa anual de las AMP, ya que permite conocer la necesidad de modificaciones en el monitoreo y la investigación, así como los cambios en los impactos de las presiones producto de las acciones de manejo. Finalmente, la gestión del riesgo, usa la información del monitoreo en escalas inferiores a la bimensual, y la prevención-vigilancia-control de presiones, la utiliza para la toma de decisiones en meses o semanas.

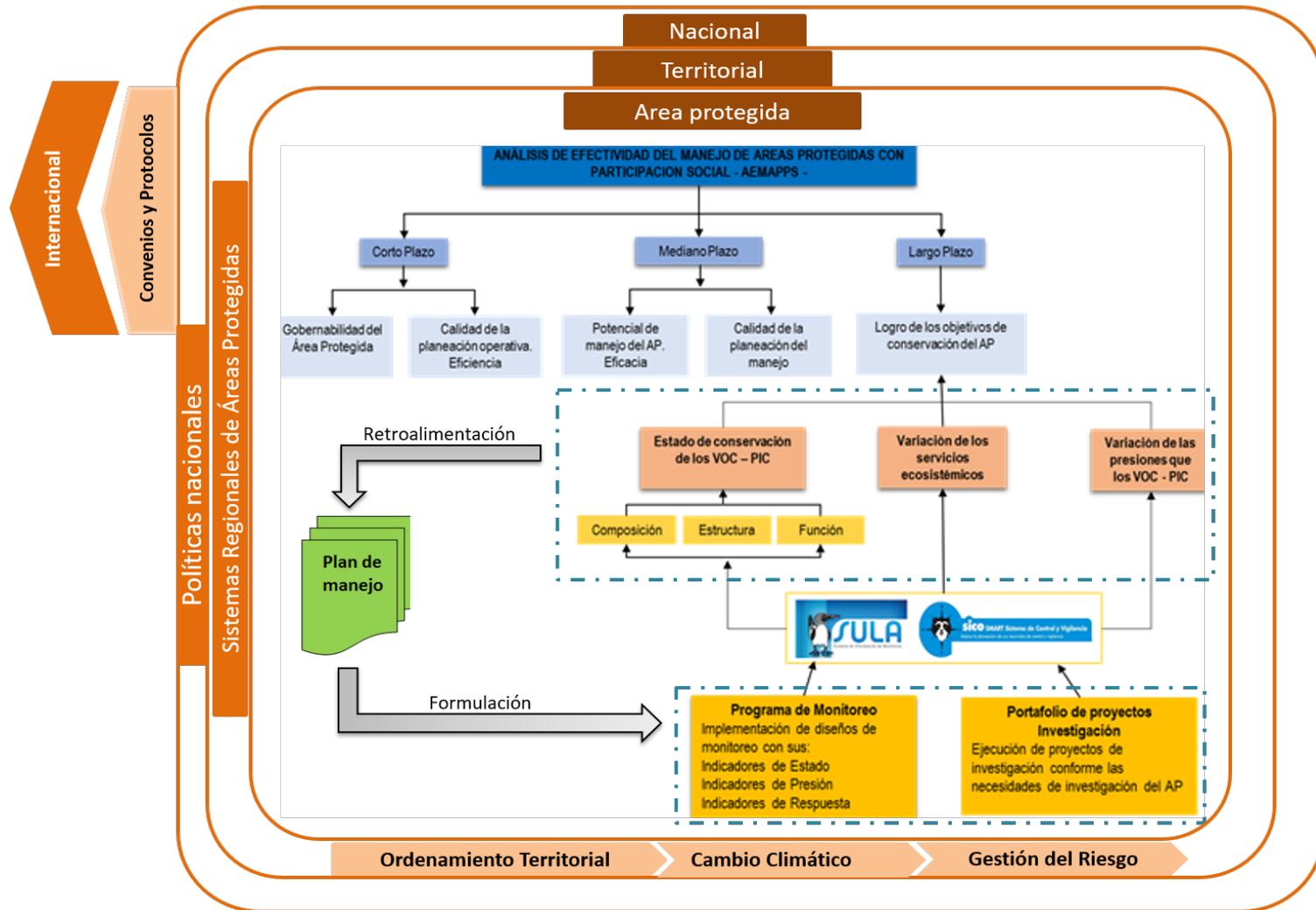


Figura 19. Uso de los datos oceánicos para el manejo de las AMP (Fuente PNNC).

2.8. Información batimétrica para la exploración de hidrocarburos

La batimetría es el levantamiento topográfico ya sea del lecho marino o del lecho de un cuerpo de agua respecto a un *datum vertical específico, derivado de registros históricos del comportamiento de nivel de agua*. Es parte de la información que alimenta la evaluación de rasgos geológicos y la metodología para su obtención está basada principalmente en la integración de tecnologías a bordo de una embarcación, las cuales involucran equipos acústicos, de posicionamiento y cuantificación de variables físicas en la columna de agua, con el fin de generar valores de profundidad debidamente georreferenciados y corregidos, los cuales dependiendo de la densidad espacial en la cual hayan sido colectados, permitirán hacer la representación final del lecho marino a estudiar. (Figura 19).



Acceso y aplicaciones de información del lecho marino

Este tipo de información puede ser de carácter “Reservado” para el Estado colombiano por razones de “defensa y seguridad nacional” (Ley 1712, 2014), y sensible para las empresas que la adquieren, razón por la cual se considera confidencial para estas últimas hasta cinco años después de que es entregada al SGC y/o DIMAR. Esta excepción al acceso es incluida en las cláusulas contractuales de la minuta de Exploración y Producción de Hidrocarburos entre la ANH y el contratista que opera el bloque para la exploración de hidrocarburos.

Cumplido el periodo de embargo en mención, las empresas y/u operadores entregan la información batimétrica siguiendo el “Manual de Entrega de Información Técnica de Exploración y Producción” (MEITEP) según la Resolución 183 del 13 de marzo de 2013 de la ANH²⁵, para que sea almacenada en el Banco de Información Petrolera (BIP) del SGC y esté disponible para universidades, empresas profesionales y/o personas que lo requieran.

²⁵ Recuperado de: [https://www2.sgc.gov.co/ProgramasDeInvestigacion/BancoInformacionPetrolera/Documents/003%20-%20MANUAL_DE_ENTREGA_INFORMACION_TECNICA_DE_EP%20\(4\).pdf](https://www2.sgc.gov.co/ProgramasDeInvestigacion/BancoInformacionPetrolera/Documents/003%20-%20MANUAL_DE_ENTREGA_INFORMACION_TECNICA_DE_EP%20(4).pdf).

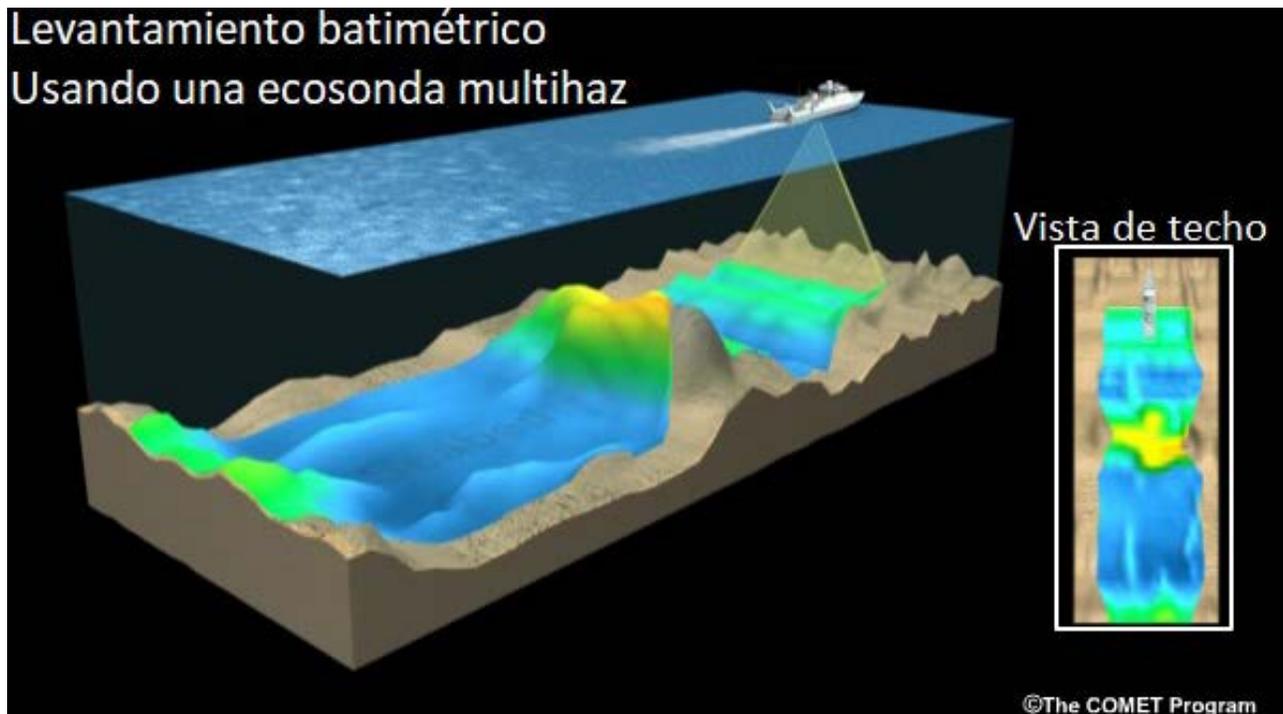


Figura 20. Levantamiento batimétrico multihaz²⁶

El Banco de Información Petrolera – BIP

El BIP, es el repositorio oficial de Colombia con la función de recibir, preservar, cargar, custodiar y administrar toda la información técnica resultante de las actividades exploratorias y de producción de hidrocarburos que se desarrollan en el territorio nacional. El BIP brinda atención a los usuarios de dicha información, entre los que se encuentran geocientíficos y potenciales inversionistas que adelantan proyectos de investigación e inversión en *Exploration & Production* (E&P).

Para el desarrollo de las actividades, el BIP-SGC cuenta con tres componentes, como son:

- El EPIS (*Exploration and Production Information Service*) donde se tiene la información digital que ha sido asegurada en los diferentes almacenamientos.
- La Litoteca Nacional, que es el centro de almacenamiento de todos los productos y testigos de perforación de pozos.
- El Fondo de almacenamiento denominado Cintoteca Nelson Rodriguez Pinilla, que es el lugar donde se aseguran todos los medios físicos (análogos y digitales).

²⁶ Recuperado y traducido de:

http://stream1.cmatc.cn/pub/comet/MarineMeteorologyOceans/IntroductiontoHydrography/comet/oceans/hydrography/media/graphics/mbes_survey.jpg

Dentro de los múltiples compromisos adquiridos por las Compañías operadoras en el desarrollo de los Contratos OffShore firmados con la ANH, se acuerda puntualmente la entrega de informes y datos de batimetría y pruebas Piston Core, que se registran a lo largo de la ejecución del contrato de E&P de acuerdo con los avances que en términos de prospectividad que se evidencien en el área asignada. Asimismo, según el MEITEP, el informe final de actividades de muestreo Piston Core debe contener un mapa de localización de los núcleos y un mapa batimétrico del área tomada.

En lo relacionado con información batimétrica, el BIP cuenta en la actualidad con un inventario de trece informes de batimetría correspondientes a contratos Off Shore según mapa de áreas de la ANH, y ocho estudios de Piston Core, con las correspondientes muestras entregadas a la Litoteca Nacional relacionadas con la ubicación precisa (coordenadas del sitio de muestra), fechas de toma, penetración y recuperación.

En la Tabla 5 se presenta una relación de la información de batimetría que se tiene asegurada en el BIP. En la Tabla 6 se muestra la relación de la Información de Piston Core que se encuentra asegurada en la Litoteca Guatiguará en Piedecuesta, Santander (Colombia).

Tabla 5. Relación de información batimétrica existente en el BIP-SGC.

Contrato	Tipo documento	Título	Cuenca	Compañía servicios
COL-02	Informes técnicos	<i>Multibeam bathymetry survey</i>	Colombia	Tdi-Brooks Internacional
	Anexos	Data batimetría	Colombia	Tdi-Brooks Internacional
COL-03	Sísmica campo	Col-3 3d 2014 / RAW data batimetría / 10-sep-2014	Colombia	Dolphin Geo
	Informes técnicos	<i>Multibeam and batimetry</i>	Guajira offshore	No aplica
	Informes técnicos	<i>Raw data</i> de batimetría	Guajira offshore	No aplica
COL-05	Anexos	Data batimetría ASC	Colombia	No aplica
	Anexos	Data batimetría XYZ	Colombia	No aplica
	Informes técnicos	<i>Multibeam bathymetry survey field report</i>	Colombia	MDN-DIMAR
GUA OFF-01	Informes técnicos	Data de batimetría sísmica 3D offshore	Guajira offshore	Dolphin Geo
	Informes técnicos	Data de batimetría sísmica 2D offshore	Guajira offshore	Schlumberger
	Informes técnicos	Informe de batimetría Guajira programa sísmico, Guajira 2D-2014	Guajira offshore	Shlumberger

Contrato	Tipo documento	Título	Cuenca	Compañía servicios
	Informes técnicos	Guajira off-01 / informe de batimetría / 04-feb-2014	Guajira offshore	Schlumberger
GUA OFF-03	Anexos	<i>Raw data</i> batimetría	Guajira offshore	No aplica
	Informes técnicos	<i>Multibeam and batimetry</i>	Guajira offshore	No aplica
	Anexos	Guajira off3 west 3d-2014 / <i>raw data</i> batimetría / 02-sep-2014	Colombia	Dolphin Geo
	Sísmica campo	Guajira off3 east 3d-2014 / <i>raw data</i> batimetría / 16-ago-2014	Colombia	Dolphin Geo
RC-11	Informes técnicos	RC-11 / batimetría fotos / 03-feb-2016	Guajira offshore	CGG Veritas
	Informes técnicos	RC-11 / zona 1 información batimétrica / 19-nov-2008	Guajira offshore	CGG Veritas
	Informes técnicos	RC-11 / zona-2 información batimétrica / 19-nov-2008	Guajira offshore	CGG Veritas
SIN OFF-07	Informes técnicos	<i>Multibeam and batimetry</i>	Sinu offshore	No aplica
	Informes técnicos	<i>Raw data</i> de batimetría	Sinu offshore	No aplica
018-2017-DIMAR-ANH	Informes técnicos	Batimetría cuenca Tumaco <i>offshore</i>	Tumaco offshore	No aplica
OG1/31001944	Informes técnicos	<i>Multibeam bathymetry, heat flow & geochemistry program</i>	Tumaco offshore	Tdi-Brooks Internacional
169-2014-ANH	Informes técnicos	Obtención y procesamiento de información hidrográfica	Colombia	No aplica
FRAGATA	Mapas	Programa de exploración sísmica 2D en alta mar, bloques Los Galeones y Fragata.	Colombia	No aplica
	Mapas	Barranquilla 3D - <i>bathymetry</i>	Sinú offshore	No aplica
	Mapas	Colombia <i>Ultimate satellite gravity Atlantic and Pacific bathymetry</i>	Pacífico y Caribe	Getech

Tabla 6. Relación de información de Pistón Core disponible en la Litoteca Guatiguará - SGC.

Año recepción	Área	Operadora	Contrato
2010	Bloques Borojó North y Borojó South	Reliance Exploration & Production DMCC Sucursal Colombia	Bloques Borojó North y Borojó South
2014	Gua Off	Shell Exploration And Production Colombia GmbH (SEPC)	Gua Off 3
2015	Gua Off	Unión Temporal Repsol-Ecopetrol	Gua Off 1
2015	Sin Off	Ecopetrol S.A.	Fuerte Sur
2015	COL	Unión Temporal Anadarko-Ecopetrol Bloque A	COL 5
2015	COL	Anadarko Colombia Company	Purple Angel
2015	Sin Off	Ecopetrol S.A.	Fuerte Norte
2015	COL	Anadarko Colombia Company	COL 2
2015	URA	Unión Temporal Anadarko-Ecopetrol Bloque B	URA 4
2015	COL	SEPC	COL 3
2015	Gua Off	SEPC	Sin Off 7
2016	COL	Unión Temporal Anadarko-Ecopetrol Bloque A	COL-5, Purple Angel, URA 4, Fuerte Norte y Fuerte Sur
2017	COL	Anadarko Colombia Company	COL 7
2017	COL	Anadarko Colombia Company	COL 2
2017	COL	Anadarko Colombia Company	COL 6
2017	COL	Anadarko Colombia Company	COL 1

Consulta de la información del BIP- SGC a través del Geovisor

A nivel cartográfico, el BIP cuenta con un Geovisor que permite identificar los objetos geográficos del país (p. ej. pozos, sísmica 2D y sísmica 3D), y al respecto, muestra una lista con la información asociada disponible que haya sido entregada al BIP-SGC en la base de datos correspondiente. En la consulta de pozos además se pueden visualizar los datos asociados al Modelo de Gestión de Información de E&P (MIGEP), siendo esta última la herramienta de captura de información de EPIS-ANH. Actualmente se trabaja en la implementación de la misma funcionalidad para la información técnica asociada a los contratos y sísmica cargada en MIGEP.

La consulta a través del Geovisor del BIP permite descargar el catálogo de información asociada a un programa sísmico o un pozo que haya sido entregado al BIP-SGC, facilitando de esta manera las especificaciones técnicas de las solicitudes de información que un interesado considere hacer al EPIS.

El enlace al Geovisor del BIP-SGC es http://srvags.sgc.gov.co/JSViewer/Geovisor_BIP/, desde donde se encuentra habilitada la funcionalidad para consultar la información disponible. En la Figura 21 se aprecia un mapa con el modelo del tipo de despliegue geográfico disponible para los usuarios del Geovisor. Cabe anotar que, debido a que los datos batimétricos que se encuentran en el BIP hacen parte de los productos que deben radicar las compañías operadoras como parte de los compromisos contractuales con la ANH en bloques *off shore*, esta información podría tener restricciones de acceso tal como se explicó al inicio del capítulo.

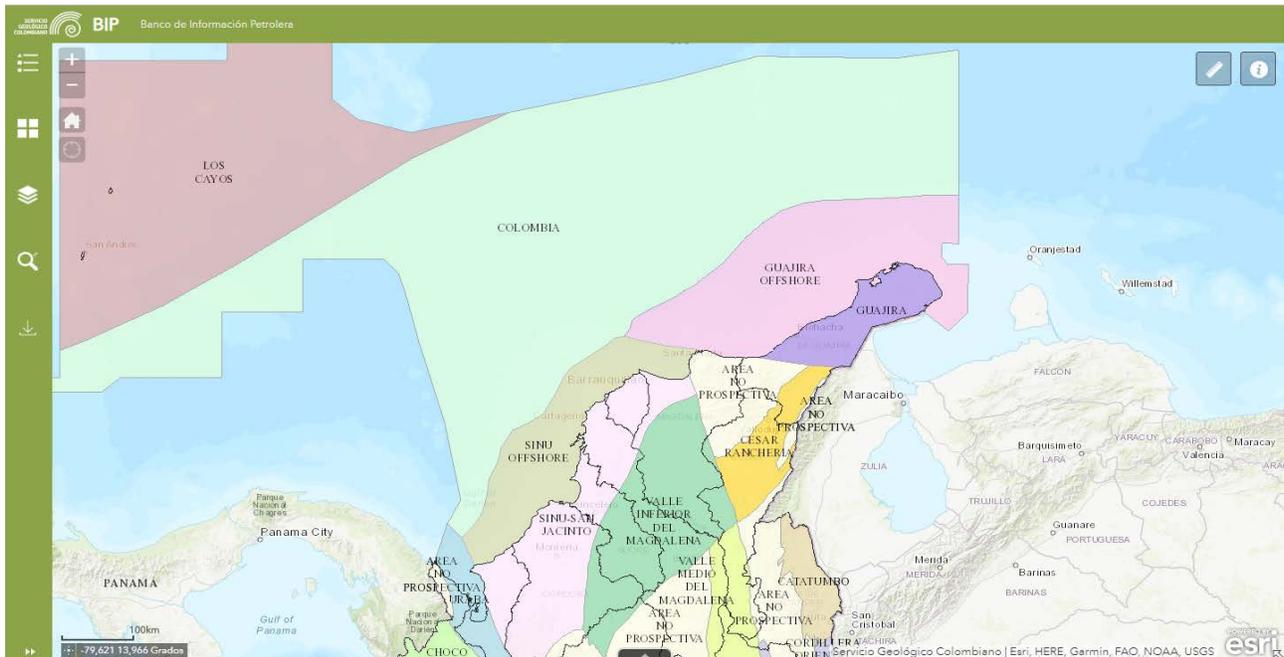


Figura 21. Mapa con el tipo de despliegue geográfico (Fuente BIP-SGC).

Considerando las restricciones que este tipo de estudio tiene y en general la información almacenada en la base de datos del BIP, el Banco dispone de la oficina de Suministro, quienes atienden directamente las solicitudes que al respecto llegan al BIP y a la Litoteca, esta última el área que se encarga de custodiar las muestras del subsuelo entregadas por las compañías. Las personas y/o compañías interesadas en la información disponible en el BIP, deben contactar a la oficina de Suministros para consultar la disponibilidad de la información de interés, y así, previa consulta del catálogo, decidir la compra de los datos respectivos, en caso de estar disponible para suministro.

Contacto Suministro: Correo electrónico: sgc_suministro.epis@sgc.gov.co
Teléfono: +57 220 0200 Extensión 3038

Contacto Litoteca: Correo electrónico: sgc_litoteca@sgc.gov.co
Teléfono: +57 220 0200 Extensión 7907, 7900

Aplicabilidad en la industria de hidrocarburos

Las aplicaciones de los levantamientos batimétricos son muy amplias; específicamente en el ámbito de la industria de hidrocarburos se usa para:

a) Ubicación de anclajes o cimientos de estructuras

La mayoría de las estructuras de la industria de hidrocarburos costa afuera requiere anclaje al lecho marino para asegurar la estabilidad, debido a las corrientes marinas que pueden mover o desubicar estructuras fijas, estructuras flotantes o semisurgibles. en la Figura 22 se puede evidenciar que el conocimiento de la topografía ayuda a ubicar las bases de la estructura para que tengan una buena cimentación en unidades fijas, de igual manera para los anclajes en unidades móviles.

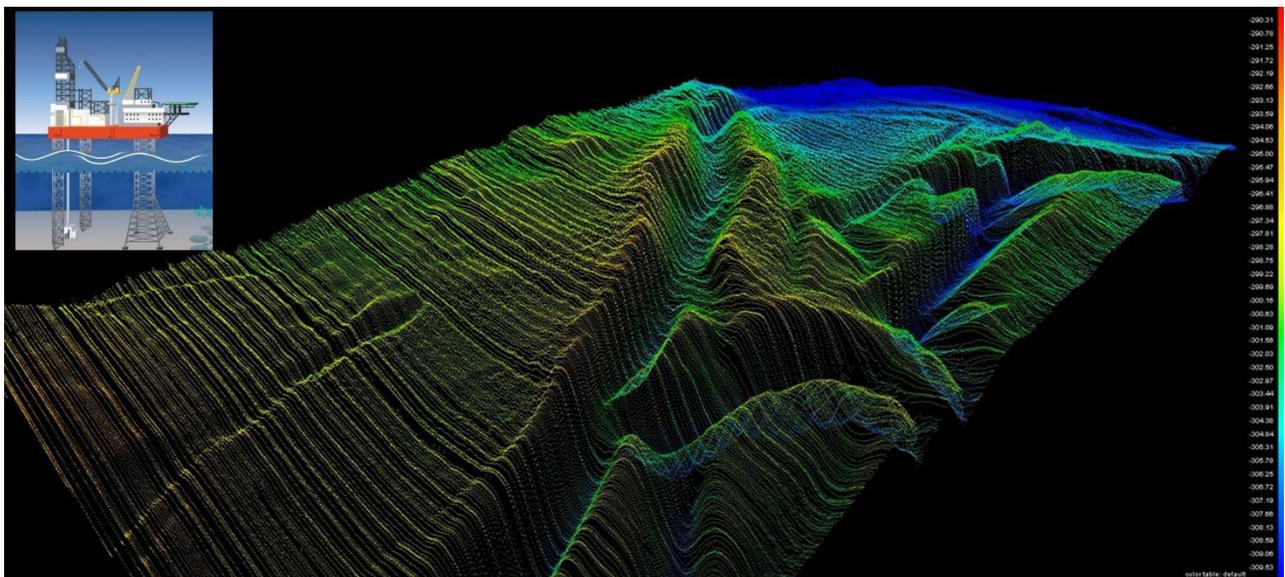


Figura 22. Topografía marina resultante de los estudios de batimetría para posible ubicación de anclajes o cimentación²⁷.

b) Análisis de costos de operación y selección de estructuras

Los proyectos de perforación de hidrocarburos costa afuera tienen una inversión pactada desde los 35 millones de dólares americanos, sin embargo, este valor puede duplicarse o más al ejecutarlos, siendo el uso de la estructura lo que mayor porcentaje aumenta el valor del proyecto. Para dicha estructura se tiene en cuenta la lámina de agua donde se ubica el proyecto, estudiada con la batimetría y la distancia de la costa; también se tiene en cuenta el clima y el estado del mar a la que va a estar expuesta la estructura.

²⁷ Adaptado de: <https://pbs.twimg.com/media/CyIS180XEAEyKAt.jpg>.

Estas estructuras tienen un costo que es proporcional a la profundidad de la lámina de agua; los costos son mayores a medida que aumenta la lámina de agua y la distancia a la costa. Cada estructura tiene sus limitantes que se ajustan al objetivo particular del proyecto y a la disponibilidad en el mercado. La Figura 23 muestra los tipos de estructuras Offshore de acuerdo con la lámina de agua.

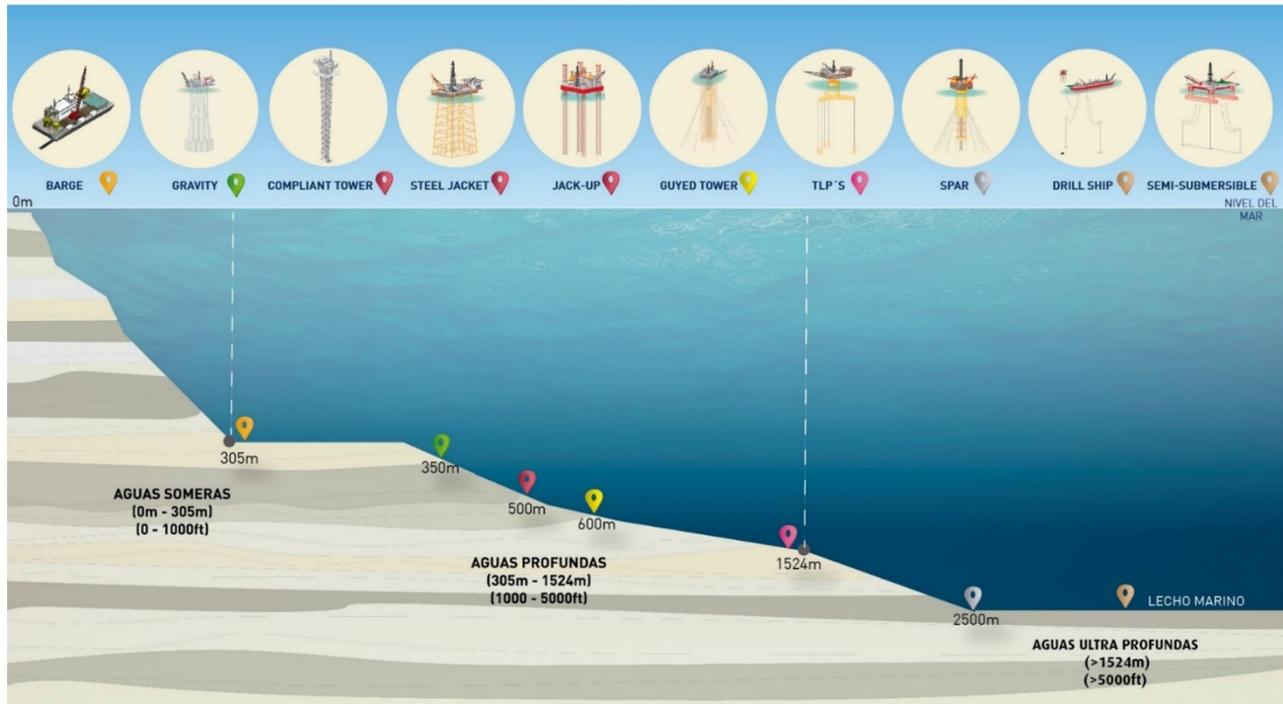


Figura 23. Tipos de estructuras según la lámina de agua (Fuente ANH).

c) Análisis del trazado de las líneas de transporte de fluidos

El transporte de hidrocarburos tiene un impacto esencial en el costo final del barril, y una de las opciones es instalar oleoducto, gasoducto o poliductos. Debido a la rapidez del transporte de grandes cantidades de fluido, en la instalación se debe analizar la ruta del tendido de la tubería (Figura 24); lo anterior se realiza con la batimetría costa afuera, para definir las mejores rutas y evitar riesgos geotécnicos en el trazado de la línea.

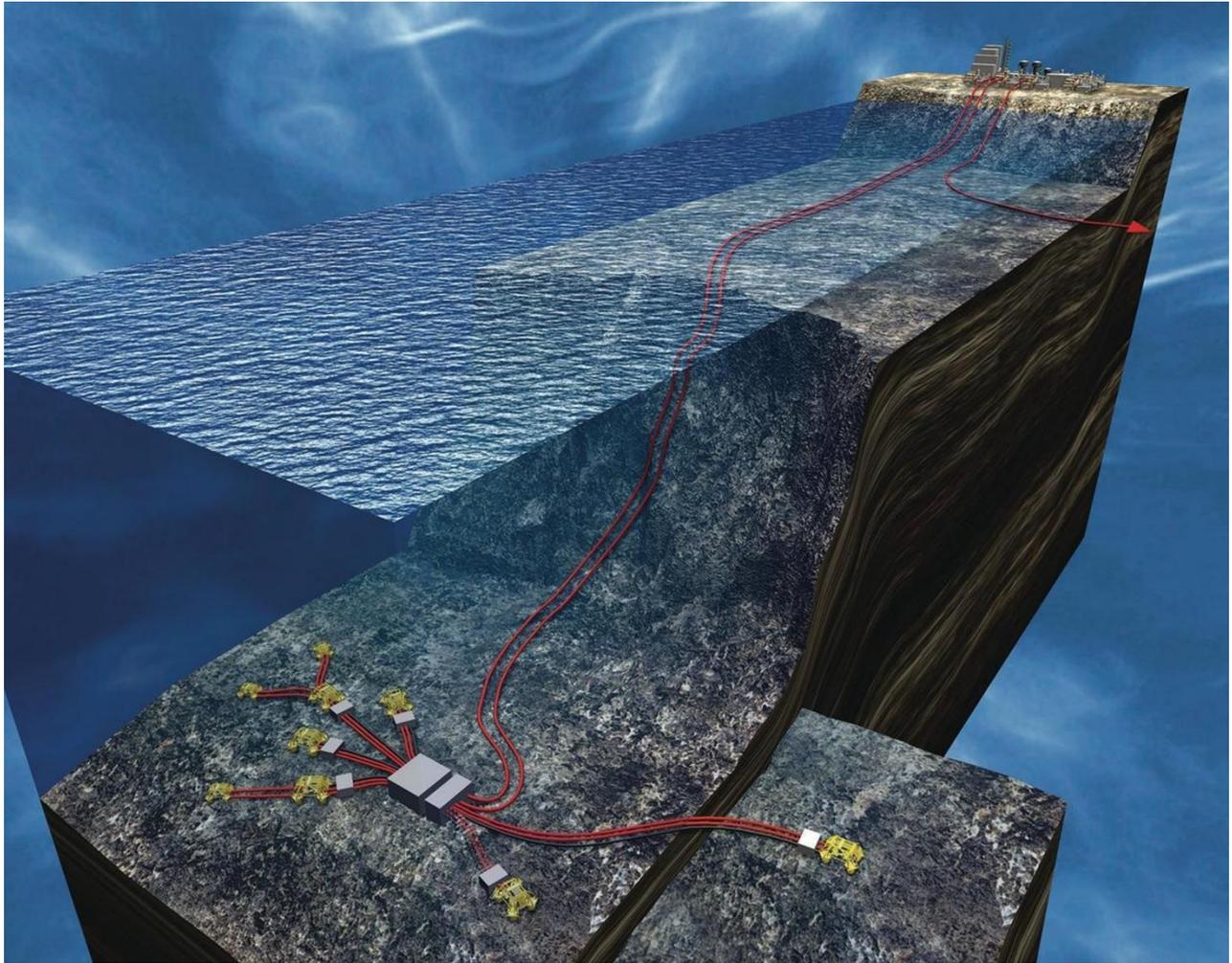


Figura 24. Topografía y trazado de líneas submarinas de transporte de hidrocarburos²⁸.

d) Análisis de geoformas marinas

En la superficie marina se pueden detectar formas que nos ayudan a identificar fenómenos subsidentes al lecho marino. La mayoría de las veces estas formas son repetibles y están asociadas a fallas, sistemas petrolíferos activos, diapirismo, entre otros. Algunas geoformas relacionadas con la presencia de hidrocarburos, como son:

²⁸ Recuperado de: https://media.snl.no/system/images/8567/standard_ormen-lange.jpg.

Diapiros de lodo: se origina por la presencia en profundidad de arcilla de características plásticas y gases en condiciones de alta presión, que se mueven lateralmente hacia la superficie a través zonas de debilidad de la roca suprayacentes, generando tanto levantamientos y fracturamiento del terreno como expulsión de lodo y gases por aberturas en el lecho marino de varias formas y tamaños. Las geoformas en el lecho marino se presentan como cerros en forma de domo de morfología colinada, de laderas convexas y cima plana o en artesa. Son similares a cerros de aspecto cóncavo, plataformas arrecifales basculadas e islas arrecifales, encontradas en la región, y deben su origen al diapirismo de lodo.

Pockmarks: Es la presencia de hundimiento del lecho marino de forma circular debido a fuga de gas o petróleo de un sistema de hidrocarburos activo o un depósito de petróleo sobrepresionado.

2.9. Información geocientífica de zonas costeras como apoyo al conocimiento oceánico del país



Acceso a información de zonas costeras desde el Motor de Integración de Información Geocientífica – MIIG

El SGC en sus 102 años ha generado y recibido un gran volumen de información de los diferentes campos del conocimiento geocientífico, como son todas las áreas de la geología básica, cartografía geológica, amenazas de origen geológico, recursos del subsuelo (p. ej. minerales e hidrocarburos), investigación en temas de asuntos nucleares, laboratorios de investigación y caracterización de material geológico a nivel regional y nacional. Este inventario de información está conformado por aproximadamente 37.000 mapas y 18.000 documentos geocientíficos, agrupados en cerca de 10.400 estudios misionales y representados en 6.5TB de información.

De otra parte, el SGC también administra recursos de información provenientes del Geoportal institucional que contiene un amplio portafolio de servicios georreferenciados tipo web y el BIP. Este último administra la información hidrocarburífera del país tal como se describió en el capítulo anterior, y el cual contiene 2PB de información.

En lo relacionado con información geocientífica de zonas costeras, el SGC ha venido adquiriendo a lo largo de los años, información específica de temas como cartografía geológica regional de la porción continental e insular a escala 1:100.000, que muestra la evolución geológica del territorio incluidos los litorales.

Productos específicos como la geomorfodinámica de los Litorales Caribe y Pacífico, caracteriza y evalúa cualitativamente el comportamiento de la línea de costa frente a la erosión y la acreción, así como la incidencia de la acción de las corrientes o el oleaje y la deriva litoral, que junto a los estudios de sedimentología de playas permiten reconstruir la historia y dinámica de estos.

Los procesos de transporte y depositación actuales de los ríos como el Sistema de la Cuenca del Río Magdalena, Río Sinú o Río Atrato al Océano Atlántico o los ríos San Jorge y Baudó, al Océano Pacífico, entre los más importantes aportantes de sedimentos, permiten determinar su incidencia en los procesos actuantes sobre las plataformas y ayudan a reconstruir su evolución y si existe o no relación con los sistemas hidrológicos de ciénagas en el Caribe. Los Diapiros (vulcanismo) de lodo elementos principalmente de turismo en Colombia, corresponden a la misión del SGC, elementos preponderantes en el estudio de las amenazas de origen geológico y de la evolución geológica del Caribe.

La información proveniente de más de 100 años de exploración, aporta al conocimiento del subsuelo tanto del territorio continental como del oceánico colombiano, y de manera particular en lo insular aporta datos y análisis que manejados de manera integral, multidisciplinaria e interinstitucional permitirá, entre otros: tener mejores elementos de juicio para la seguridad nacional, el crecimiento económico del país, conocimiento básico para el ordenamiento del territorio, y en especial el análisis de las amenazas de origen geológico, y la incidencia de lo hidrometeorológico como el principal aporte en lo social.

En el Centro de Registro del SGC, se puede acceder a la información que de manera particular tiene relación con las costas colombianas, destacando que en las bodegas digitales y físicas se encuentra la información de todo el país²⁹. Sin embargo, la recopilación de la información de zonas costeras y la demás información geocientífica del SGC no cumple con su propósito si no se permite su consulta y si no es ampliamente divulgada. Por esta razón, y con el fin de brindar una herramienta tecnológica que permitiera el acceso a datos, registros e información de los estudios misionales, por parte de la academia, del sector gobierno, minero energético y de hidrocarburos, para la comunidad científica del país, la ciudadanía en general, entre otros, se implementó el Motor de Integración de Información Geocientífica (MIIG), que por medio de metadatos integra toda la información geocientífica del SGC.

Motor de Integración de Información Geocientífica – MIIG

El MIIG provee las funcionalidades de catalogación y consulta de información, y administra los metadatos de conceptos (glosarios y taxonomías) y los metadatos activos de información geocientífica que permiten describir, de forma general, los productos y conjuntos de datos del SGC, utilizando reglas de validación de metadatos que fueron definidas para tal fin.

El MIIG se integra con los subsistemas temáticos de procesamiento o gestión de información, los cuales a su vez mantienen sus propios metadatos detallados y las reglas de validación de metadatos para alimentarlos y acceder a recursos de información.

La interfaz del MIIG permite la consulta detallada por áreas geográficas o la combinación de texto libre y de aspectos geográficos; además permite la descarga de contenidos abiertos tanto en archivos nativos como en formato PDF. En las Figura 24 y Figura 26 se aprecian funcionalidades básicas del MIIG tales como consulta, visualización y descarga de archivos: en la primera se muestra un ejemplo de búsqueda por zona geográfica en el Litoral Pacífico colombiano; y en la segunda, una búsqueda con texto libre en el “Atlas de Geomorfología y Aspectos Erosivos” de los litorales Pacífico y Caribe colombiano.

²⁹ Lista de estudios disponible en:

<http://recordcenter.sgc.gov.co/B22/DetalleEstadisticasMIIG/InformacionGeocientificaZonasCosterasColombia.xlsx?Web=1>

Comité Técnico Nacional de Coordinación de
Datos e Información Oceánica

SERVICIO GEOLOGICO COLOMBIANO | GOBIERNO DE COLOMBIA | MINMINAS | **MIIG** Motor de Integración de Información Geocientífica

Inicio MIIG / Búsqueda de Información Geocientífica

Búsqueda de Información Geocientífica

Búsqueda General | Búsqueda Avanzada | Búsqueda Predefinida | Acerca del MIIG | Ayuda

Buscar...

Si requiere una búsqueda concreta, complemente o diligencie al menos uno de los siguientes filtros y/o seleccione un área geográfica en el mapa

Fecha Inicial (dd/mm/aaaa) | Fecha Final (dd/mm/aaaa)

dd/mm/aaaa | dd/mm/aaaa

Limpiar Fechas

Área del Conocimiento | Línea Temática | Escala

Seleccione | Seleccione | Seleccione

+

-

+

Buscar

Zoom in | Zoom out | Full extent | Prev extent | Next extent | Pan | Select extent

Figura 25. Ejemplo de una búsqueda geográfica en el MIIG.

Búsqueda de Información Geocientífica

Búsqueda General Búsqueda Avanzada Búsqueda Predefinida [Acerca del MIIG](#) [Ayuda](#)

Área del Conocimiento

Geociencias Básicas

Línea Temática

Todos

Geología y Geomorfología

Escala

1:100.000



Atlas aspectos erosivos litoral

Mapas y Documentos Otros Recursos de Información

- Atlas de Geomorfología y Aspectos Erosivos del Litoral Caribe Colombiano
Fecha: 01/12/1996
[Ver elementos del estudio](#)
- Atlas de Geomorfología y Aspectos Erosivos del Litoral Pacífico Colombiano
Fecha: 01/09/1995
[Ver elementos del estudio](#)

2 resultados

Atlas de Geomorfología y Aspectos Erosivos del Litoral Pacífico Colombiano. Versión año 1998. Produc...

Resumen
Este producto contiene el Atlas de Geomorfología y Aspectos Erosivos d...

Autor
Ministerio de Minas y Energía; Instituto de Investigaciones en Geocien...

Coordenadas Geográficas
Oeste: -78.86378 Este: -77.08825
Sur: 1.49811 Norte: 7.25413

Descargar

Ver Metadato

Figura 26. Ejemplo de búsqueda por texto libre en el MIIG.

Los siguientes enlaces permiten a cualquier usuario ingresar y consultar el MIIG:

- Página Web SGC - “Búsqueda Geocientífica”: <https://www.sgc.gov.co>
- Enlace directo a MIIG: <https://miig.sgc.gov.co>
- Ayuda rápida MIIG: https://youtu.be/vOY_1r4sPAA
- Funcionalidades MIIG: <https://youtu.be/Hhrl8K7W1RY>
- Geoservicio Metadato Geográfico MIIG:
http://srvags.sgc.gov.co/JSViewer/Metadato_Geografico
- Estadísticas de uso del MIIG: <https://www.sgc.gov.co/Publicaciones/estadisticas-sitio/Paginas/2018/consolidado-1.aspx>

Perspectivas

Como miembros participantes del GT MPGDO del CTN Diocesan, es interés del SGC compartir nuevas herramientas de integración al interior de la institución como parte de los componentes de una IDE Corporativa denominada Infraestructura de Datos Espaciales de Conocimiento Geocientífico o IDE Geocientífica. Esta herramienta puede ser un modelo para otras entidades participantes de la iniciativa que permita también integrar su información y disponerla a través de metadatos.

La integración de información se hace viable utilizando estándares internacionales que permitan habilitar la comunicación e interoperabilidad, en este caso los metadatos y servicios OGC. De esta manera es posible hacer *harvesting* (cosecha de metadatos) para que la información del SGC esté disponible en otras IDE y viceversa.

El perfil o esquema de metadatos del SGC ha de ser compatible con otros perfiles de metadatos de tal manera que los miembros participantes tengan acceso al listado de los recursos, que pueden ser posteriormente visualizados y descargados en sus formatos, incluyendo archivos nativos de forma gratuita, otorgando una licencia de uso, así como enlace a servicios para planificar y analizar actividades de desarrollo entre miembros participantes.

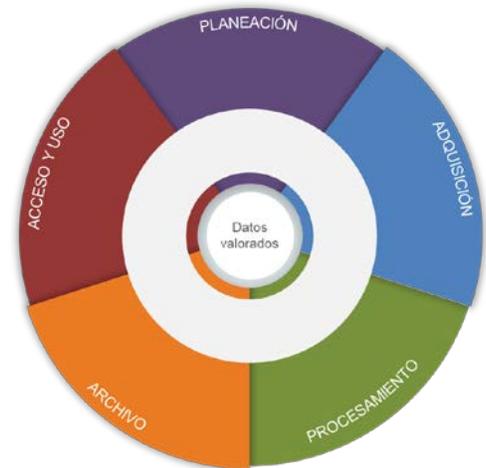
2.10. Generación de estadísticas oficiales en Colombia

Las estadísticas constituyen un bien estratégico y fundamental para el desarrollo del Estado en tanto que soportan la formulación, implementación y evaluación de políticas públicas y la toma de decisiones de la sociedad en general, al tiempo que contribuyen a la generación de conocimiento y a la comprensión de la realidad. También son fundamentales para los distintos agentes sociales (sector privado, hogares, individuos, academia, medios de comunicación) que necesitan conocer la evolución y situación del país en los aspectos económicos, demográficos, sociales y ambientales; que incluyen aspectos oceánicos.

En particular, tanto el gobierno como la sociedad en general, son usuarios de la información oceánica que comprende la investigación científica marina, recursos hídricos, pesqueros, marítimos y costeros, la diversidad biológica, áreas protegidas, gestión de información ambiental para el desarrollo sostenible, entre otras, para alimentar los diferentes sistemas de información del sector, que les permita disponer de las estadísticas relevantes para la toma de decisiones, la planificación, seguimiento y evaluación de las políticas y los programas relacionados con el océano y los espacios costeros.

Para que estas estadísticas puedan ser utilizadas por parte de las entidades del Estado en documentos de política, planes, programas, proyectos y para la transmisión de información del país a organismos internacionales, se requiere que sean de carácter oficial.

Las estadísticas oficiales son aquellas que son producidas y difundidas por las entidades que integran el Sistema Estadístico Nacional³⁰ (SEN) y las operaciones estadísticas que las generan cumplen con las siguientes condiciones: (i) Están incorporadas en el Plan Estadístico Nacional³¹ (PEN); y (ii) han aprobado la evaluación de la calidad estadística establecida para el SEN. Se producen a través de un conjunto de procesos, procedimientos, métodos y técnicas de diseño, recolección, procesamiento, análisis y difusión, fases que en conjunto conforman el proceso estadístico.



Lineamientos, buenas prácticas, estándares y normas técnicas para la producción y difusión de estadísticas oficiales en Colombia

³⁰ Recuperado de: <https://www.sen.gov.co/>.

³¹ Recuperado de: <http://www.dane.gov.co/files/sen/PEN-2017-2022.pdf>.

Para el adecuado funcionamiento y organización de la producción estadística que responda a las necesidades de información del país y garantice el cumplimiento de los principios y buenas prácticas estadísticas establecidas a nivel internacional, se cuenta con una estructura denominada SEN³². Está conformado por productores, fuentes de información, principios, normas, infraestructura humana y técnica, estadísticas confiables y de calidad, generadas por ministerios, departamentos administrativos, entidades descentralizadas, órganos autónomos y entidades privadas, entre otros³³. Este conjunto articulado de componentes garantiza la producción y difusión de las estadísticas oficiales en Colombia.

El SEN tiene, entre otros, los siguientes objetivos³⁴:

- Garantizar la producción y difusión de estadísticas oficiales en concordancia con los estándares aceptados internacionalmente.
- Propiciar el fortalecimiento y aprovechamiento amplio e intensivo de los registros administrativos como fuente para la producción de estadísticas oficiales y el mejoramiento de la calidad y coherencia de las mismas.
- Promover la difusión oportuna de las estadísticas oficiales.
- Fomentar la preservación de las series estadísticas oficiales y de las bases de datos asociadas.
- Promover la coordinación y cooperación entre los miembros del SEN y con organismos internacionales para la producción y difusión de estadísticas oficiales, el aprovechamiento estadístico de los registros administrativos y para facilitar el intercambio de información estadística incluso a nivel de microdato.
- Fomentar la cooperación entre los miembros del SEN en el diseño y desarrollo de metodologías y de mecanismos de integración e interoperabilidad para el intercambio de información, que contribuyan a la generación de estadísticas oficiales.

El DANE es el coordinador y regulador del SEN, en virtud de lo cual los integrantes del SEN deben implementar los lineamientos, buenas prácticas, estándares y normas técnicas para la producción y difusión de estadísticas oficiales y para el aprovechamiento estadístico de los registros administrativos que el DANE establezca, soportado en referentes internacionales.

Con el fin de promover y facilitar la coordinación del SEN se creó el Consejo Asesor Nacional de Estadística (CANE), como una instancia consultiva en donde se podrán dar las discusiones sobre el plan estadístico y las prioridades del país en materia de información estadística.

³² Para conocer más acerca del Sistema Estadístico Nacional visite la página <http://www.sen.gov.co>

³³ Los integrantes del SEN están definidos con precisión en el Artículo 160 de la ley 1753 de 2015.

³⁴ Artículo 2.2.3.1.2 del Decreto 1743, 2016.

El CANE tiene las siguientes funciones³⁵:

- Emitir lineamientos generales para la elaboración del Plan Estadístico Nacional y aprobar el Plan y sus modificaciones.
- Emitir concepto técnico sobre el Código Nacional de Buenas Prácticas para las estadísticas oficiales.
- Emitir directrices que faciliten la articulación entre los miembros del SEN y el cumplimiento de sus obligaciones.
- Fomentar en el SEN la eficiencia, la coherencia y la comparabilidad en la producción y difusión de estadísticas oficiales y el aprovechamiento estadístico de los registros administrativos.
- Concertar el intercambio de información a nivel de microdato de acuerdo con lo establecido en el parágrafo 4º del Artículo 160 de la Ley 1753 de 2015.

Para lograr la efectiva coordinación del SEN, el DANE desarrolla un conjunto de acciones encaminadas a la planificación, regulación y calidad estadística, en el marco de los principios y buenas prácticas que en el ámbito internacional se establecen para esta actividad, los cuales se mencionan a continuación:

- **Planificación estadística.** Prioriza y organiza las acciones que están dirigidas a la producción de las estadísticas oficiales que el país necesita. Con ello se establecen los requerimientos de los usuarios y se asegura su efectivo cumplimiento, lo cual implica una comunicación y articulación permanente, sostenida y fluida con los usuarios interesados en las estadísticas. A través de la planificación se conforman el PEN y los planes estadísticos territoriales e institucionales, que buscan organizar y articular la producción estadística nacional.
- **Regulación estadística.** Es un instrumento mediante el cual los integrantes del SEN adoptan o adaptan un conjunto de buenas prácticas, normas y estándares que garanticen la comparabilidad y coherencia de las estadísticas producidas en el país. Como parte de los estándares estadísticos se tienen las nomenclaturas y clasificaciones, los conceptos, las metodologías, las unidades estadísticas, los procesos de producción estadística, los metadatos y las buenas prácticas (entre otros). Con ello se busca asegurar que las estadísticas cumplan los principios y buenas prácticas internacionales adoptados para Colombia.
- **Calidad estadística.** La estructuración e implementación de una estrategia de aseguramiento de la calidad estadística, a través de un proceso de evaluación y certificación, constituye el tercer instrumento para la coordinación del SEN.

³⁵ Artículo 2.2.3.1.4 del Decreto 1743, 2016.

El SEN apunta a promover el cumplimiento de los atributos de calidad: relevancia, puntualidad, oportunidad, accesibilidad, interpretabilidad, coherencia, transparencia, precisión, credibilidad, comparabilidad, exactitud y continuidad, los cuales están asociados a la generación de estadísticas, que permitan alcanzar la satisfacción de las necesidades de los usuarios del sistema.

Este instrumento tiene como referentes los Principios Fundamentales de las Estadísticas Oficiales³⁶ establecidos por la Organización de las Naciones Unidas (ONU), y las buenas prácticas definidas por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y la Oficina Europea de Estadística (Eurostat).

Para viabilizar la regulación estadística, el DANE ha elaborado los Lineamientos para el Proceso Estadístico (DANE, 2017a) y la Norma Técnica de Calidad del Proceso Estadístico-NTCPE 1000 (DANE, 2017b). Con estos documentos se establecen las directrices que deben seguir los productores de estadísticas para asegurar la calidad de éstas.

Los lineamientos para el Proceso Estadístico orientan a las entidades del SEN en las actividades requeridas para la generación de estadísticas, independientemente del tipo o actividad del productor, contribuyendo a la estandarización de los procesos de producción y difusión estadística. Estos lineamientos recogen las recomendaciones internacionales y la experiencia del DANE sobre el deber ser en el desarrollo de las operaciones estadísticas de las entidades que conforman el SEN.

La aplicación de los lineamientos permite:

- (i) hacer más eficiente los procesos de producción estadística, contribuyendo al cumplimiento de los Principios Fundamentales de las Estadísticas Oficiales de la ONU³⁷, el Código Nacional de Buenas Prácticas³⁸ y la NTCPE 1000;
- (ii) estandarizar los procesos de producción y difusión estadística, lo que contribuye a la comparabilidad, la integración y la interoperabilidad de la información estadística;
- (iii) mejorar la toma de decisiones por parte de los responsables del proceso estadístico frente a los flujos de información;
- (iv) realizar una planificación precisa y eficiente de la operación estadística, en términos de recursos, estructura y organización; y
- (v) fomentar las buenas prácticas e incentivar el autocontrol y la autoevaluación.

El proceso estadístico consta de cinco fases: Detección y análisis de requerimientos, Diseño y pruebas, Ejecución, Análisis y Difusión. Estas fases se dividen en 28 subprocesos que representan las principales actividades a realizar en desarrollo de una operación estadística (Figura 27).

³⁶ Recuperado de: https://unstats.un.org/unsd/dnss/hb/S-fundamental%20principles_A4-WEB.pdf.

³⁷ Recuperado de: https://unstats.un.org/unsd/dnss/hb/S-fundamental%20principles_A4-WEB.pdf.

³⁸ Recuperado de: https://www.sen.gov.co/files/BuenasPracticas/Codigo_Nacional_Buenas_Practicas_30072018_final.pdf.

Comité Técnico Nacional de Coordinación de
Datos e Información Oceánica



Figura 27. Proceso estadístico (Fuente DANE, 2017a, p. 11).

Por su parte, la NTCPE establece los requisitos mínimos de calidad en el proceso estadístico para las entidades del SEN que produzcan y difundan estadísticas. Parte de esos requisitos están plasmados en la documentación metodológica y demás productos que se generan a través de la ejecución del proceso en cada una de sus fases, en desarrollo de una operación estadística.

La NTCPE sigue un enfoque basado en la gestión por procesos y una secuencia asociada al ciclo de mejora continua, basándose en el ciclo PHVA que establece acciones de planear (capítulo 4), hacer (capítulos 5 al 9), verificar (capítulo 10) y actuar (capítulo 11). De esta forma, en su capítulo 4 describe el entorno institucional necesario para el desarrollo de la operación estadística en cuanto a responsabilidades de la alta dirección, requisitos de la entidad productora, confidencialidad de la información recolectada, control de la documentación del proceso estadístico, personal involucrado en el proceso, gestión de riesgos, monitoreo y seguimiento del proceso; de los capítulos 5 al 9 especifica los requisitos necesarios para cada una de las fases del proceso; el capítulo 10 hace referencia a la evaluación de desempeño que deben surtir las operaciones estadísticas; finalmente, el capítulo 11 corresponde a las acciones de mejora necesarias para cumplir con los requisitos de la norma.

Adicionalmente, se ha dispuesto para el SEN un documento complementario a los descritos anteriormente, que es el Código Nacional de Buenas Prácticas Estadísticas, en el cual se presenta un conjunto de trece principios agrupados en dos aspectos fundamentales de la actividad estadística o dimensiones: el entorno institucional y el proceso estadístico. En la primera dimensión se contemplan los marcos institucionales internacionales y nacionales que guían a los integrantes del SEN en la producción y difusión de información estadística. En la segunda dimensión se incluyen los atributos a tener en cuenta por parte de los productores de estadísticas para garantizar la calidad de estas así como mejores prácticas que involucran la innovación y el uso de diferentes fuentes de información y tecnologías por parte de los productores de información estadística en Colombia.

Mediante el Código se establece una guía sobre el deber ser de la producción estadística del país, para contribuir con el mejoramiento de la calidad de las estadísticas y dar cumplimiento a los Principios Fundamentales de las Estadísticas Oficiales de la ONU³⁹ adoptados por Colombia. Es un instrumento de autorregulación para todos los integrantes del SEN, orientado a promover la identificación de fortalezas y mecanismos de mejora que permitan robustecer la producción y difusión de estadísticas del país y fortalecer la confianza de los usuarios en la información estadística generada por el SEN.

³⁹ Recuperado de: https://unstats.un.org/unsd/dnss/hb/S-fundamental%20principles_A4-WEB.pdf.

3. BIBLIOGRAFÍA ►

Arboleda, E. (1988). Los quetognatos de la parte norte del Pacífico Colombiano (Cabo Marzo-Buenaventura) durante el Crucero PACÍFICO IX-ERFEN VI, mayo-julio 1986. En: Secretaría Comisión Colombiana del Océano (SECCO). *VI Seminario de Ciencias del Mar*, Bogotá, Colombia.

Appendini, C.M., Torres-Freyermuth, A, Salles, P, López-González y J, Mendoza, E.T. (2014). Wave Climate and Trends for the Gulf of Mexico: A 30-Yr Wave Hindcast. *J. Climate*, 27, 1619–1632, <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-13-00206.1>

Appendini, C. M., Urbano-Latorre, C. P., Figueroa, B., Dagua-Paz, C. J., Torres-Freyermuth, A. y Salles, P. (2015). Wave energy potential assessment in the Caribbean Low Level Jet using wave hindcast information. *Applied Energy*, 137, 375-384.

Arctic SDI. (2015). Arctic Spatial Data Infrastructure Strategic Plan 2015-2020. Recuperado de https://arctic-sdi.org/wp-content/uploads/2014/08/20151119-Arctic-SDI-Strategic-Plan-2015-2020_FINAL.pdf.

Báez Polo, A. (2013). Manual de métodos de ecosistemas marinos y costeros con miras a establecer impactos ambientales. Convenio para fortalecimiento de los métodos de investigación marina para actividades costa afuera por parte del sector de hidrocarburos. Santa Marta, D.T.C.H.: Invemar-ANH.

Baldrich, Á. M. y López, R. H. (2010). Hidromedusas mesozooplancónicas del Océano Pacífico Colombiano. *Biota Colombiana*, 11(1 y 2): 3-11.

Baldrich, Á. M. y López, R. H. (2013). Hidromedusas del Pacífico colombiano: aspectos básicos de su dinámica ecológica. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 9(1): 108-131.

Beaugrand, G., Brander, K. M., Lindley, J. A., Souissi, S. y Reid, P. C. (2003). Plankton effect on cod recruitment in the North Sea. *Nature*, 426: 661-664.

Beltrán, B. (1992). Identificación y descripción de los tipos de huevos, larvas y post-larvas de Engraulidos y Clupeidos (Pisces, Clupeiformes) en el Pacífico Colombiano. Febrero-marzo de 1991 (Trabajo de Pregrado). Universidad del Valle, Cali, Colombia.

Beltrán, B. S. y Ríos, R. (2000). Estadios tempranos de peces del Pacífico colombiano. Buenaventura, Colombia: Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura-INPA.

Beltrán, B. S., Ríos, R. y Rubio, E. (2016). Nuevos hallazgos y distribución de algunas especies de aguas profundas del Pacífico de Colombia II. Callionymidae (Teleostei). *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 45 (1): 155-163.

Bernal, N., Correa, R. y Rangel, E. (2011). Homogenización de series de tiempo mensuales de precipitación. IX Congreso Colombiano de Meteorología, Hemeroteca Nacional, Bogotá, 23 a 25 de marzo.

Bernal, N., Barrios, J., Ramos, M., Velásquez, C., Ibarra, Y., Lombana, L., Velásquez, W. y Beltrán, J. (2012). Propuesta Metodológica para la Homogenización de Series de Tiempo de Precipitación Mensual y su utilidad en procesos de toma de decisiones, estudio de caso Región Climatológica del Bajo Magdalena, XXII Simposio Internacional de Estadística, Universidad Nacional de Colombia, Bucaramanga, Colombia, Julio 17 al 21.

Boltovskoy, D. (1999). *South Atlantic Zooplankton*. Kerwerver, Holanda: Backhuys Publishers.

Carvajal, A., Vergara C. F. y López, R. H. (2009). Chaetognatha, Thaliacea, Euphausiacea and pelagic Polychaeta in the Colombian Pacific Ocean during two periods in 1996 (LA NIÑA) and two periods in 1997 (EL NIÑO). *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 5(1): 172-185.

Castañeda, D. (2017). Aplicación de Técnicas de Homogenización de Series de Tiempo de Variables Oceanográficas, Estudio de Caso Subregión del Pacífico Colombiano, como Aporte a Tema de Monitoreo Ambiental (Tesis de pregrado). Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá D.C., Colombia. Recuperado de: <http://cecolodigital.dimar.mil.co/2018/>.

CCCP. (2002). *Compilación Oceanográfica de la Cuenca Pacífica Colombiana*. Serie Publicaciones Especiales. San Andrés de Tumaco, Colombia: Centro Control Contaminación del Pacífico (CCCP).

CCO. (2017). *Política Nacional del Océano y de los Espacios Costeros PNOEC*. Bogotá D.C., Colombia: Comisión Colombiana del Océano. Recuperado de: http://www.cco.gov.co/docs/publicaciones/pnoec_2015.pdf.

CCO. (s.f.). *Comisión Colombiana del Océano: Organismos internacionales*. Recuperado de: <http://www.cco.gov.co/105-areas/asuntos-internacionales/120-organismos-internacionales.html>.

CDB. (2011). *Protocolo de Nagoya sobre acceso a los recursos genéticos y participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de su utilización al Convenio sobre la Diversidad Biológica: texto y anexo*. Montreal, Canadá: Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica - Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

Cely, H. y Chiquillo, J. (1993). Quetognatos, sifonóforos e hidromedusas de la región costera del Pacífico colombiano (Trabajo de Pregrado). Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá D. C., Colombia.

Cheung, W. W. L., Dunne, J., Sarmiento, J. L. y Daniel Pauly, D. (2011). Integrating ecophysiology and plankton dynamics into projected maximum fisheries catch potential under climate change in the Northeast Atlantic. *ICES Journal of Marine Science*, 68 (6): 1008-1018.

Clesceri, L. S., Greenberg A. E. y Eaton., A. D. (2001). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. Washington, Estados Unidos: American Public Health Association.

Costello, M. J., Coll, M., Danovaro, R., Halpin, P., Ojaveer, H., y Miloslavich, P. (2010) A Census of Marine Biodiversity Knowledge, Resources, and Future Challenges. *PLoS ONE*, 5(8): e12110.

Costello, M. J., Vanhoorne, B. y Appeltans, W. (2015). Conservation of biodiversity through taxonomy, data publication, and collaborative infrastructures. *Conservation Biology*, 29(4): 1094-1099.

Dagua Paz, C. J.; Lonin, S.; Urbano Latorre, C. P. y Orfila Forster, A. (2013). Calibración del modelo SWaN y validación de reanálisis del oleaje en el Caribe. *Boletín Científico CIOH* (31). pp. 13-28. ISSN 0120-0542. DOI 10.26640/01200542.31.13_28

DANE. (2017a). Lineamientos para el proceso estadístico en el Sistema Estadístico Nacional. Colombia: Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Recuperado de: http://www.dane.gov.co/files/sen/normatividad/Lineamientos_Proceso_Estadistico.pdf.

DANE. (2017b). Norma Técnica de la Calidad del proceso estadístico. Requisitos de Calidad para la generación de estadísticas. Colombia: Departamento Administrativo Nacional de Estadística. Recuperado de: http://www.dane.gov.co/files/sen/normatividad/NTC_Proceso_Estadistico.pdf.

Decreto 1743 de 2016. Diario Oficial de Colombia. Bogotá, Colombia, 1 de noviembre de 2016.

Decreto 3572 de 2011. Diario Oficial de Colombia. Bogotá, Colombia, 27 de septiembre de 2011.

Devis-Morales, A., Montoya-Sánchez, R. A., Bernal, G., & Osorio, A. F. (2017). Assessment of extreme wind and waves in the Colombian Caribbean Sea for offshore applications. *Applied Ocean Research*, 69, 10-26.

Dimar. (2018a). Procedimiento para el procesamiento y depósito de datos oceanográficos y marino-costeros. Bogotá D.C., Colombia: Dirección General Marítima.

Dimar. (2018b). Guía de normalización de conjuntos de datos oceanográficos y marino-costeros. Bogotá D.C., Colombia: Dirección General Marítima. Recuperado de: <http://cecoldodigital.dimar.mil.co/2056/>.

Dimar. (2014). Programa IODE. Portal Marítimo de Colombia. Recuperado de: <https://cecoldo.dimar.mil.co/web/es/node/6>.

Escarria, E., Beltrán. B. S., Giraldo A. y Ortiz, J. R. (2005). Composición, distribución y abundancia del ictioplancton en la cuenca del océano Pacífico colombiano durante septiembre de 2003. *Boletín Científico CCCP*, 12: 23-35.

Escarria, E., Beltrán. B. S. y Giraldo A. (2006). Ictioplancton superficial de la cuenca del océano Pacífico colombiano (septiembre 2003). *Investigaciones Marinas*, 34(2): 169-173.

Escobar, N. (2004). Variación del ictioplancton en la Cuenca del Pacífico Colombiano durante los periodos 23.Jun-12.Jul.01, 27.Ago-15.Sep.01 y 03-22.Sep.02. Estudio Regional del Fenómeno El Niño (ERFEN) (Trabajo de Pregrado). Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá D. C., Colombia.

Escribano, R. y Castro, L. (2004). Plancton y productividad. En: Werlinger, C. (Ed.) *Biología Marina y Oceanografía: Conceptos y Procesos* (pp. 289-314). Concepción, Chile: Editorial Trama.

García Arbeláez, C.; Barrera, X.; Gómez, R. y Suárez Castaño, R. (2015). El ABC de los compromisos de Colombia para la COP21. 2 ed. Santiago de Cali, Colombia: WWF-Colombia. Recuperado de: http://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/colombia_hacia_la_COP21/ABC_de_los_Compromisos_de_Colombia_para_la_COP21_VF_definitiva.pdf.

García, X. F., de Oliveira L. M. y Herrera, Y. (2008). Influencia de los eventos climáticos El Niño y La Niña en la comunidad de Chaetognatha de las aguas superficiales del océano Pacífico colombiano. *Revista Brasileira de Engenharia de Pesca*, 3(1): 30-50.

Garzón-Ferreira, J., M., Reyes-Nivia, M. C. y Rodríguez-Ramírez, A. (1998). Manual de métodos del SIMAC Sistema Nacional de Monitoreo de Arrecifes coralinos en Colombia. Santa Marta, Colombia: INVEMAR. Recuperado de: <http://siam.invemar.org.co/documentos-detalle/240022>.

Giraldo, A. y Gutiérrez, E. (2007). Composición taxonómica del zooplancton superficial en el Pacífico colombiano (Septiembre 2003). *Investigaciones Marinas*, 35: 117-122.

Giraldo, A., Valencia, B. y Ramírez, D. G. (2011). Productividad planctónica y condiciones oceanográficas locales en Isla Gorgona durante julio 2006. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 40: 185-201.

Giraldo, A., Valencia, B., Acevedo J. D. y Rivera, M. (2014). Fitoplancton y zooplancton en el área marina protegida de Isla Gorgona, Colombia, y su relación con variables oceanográficas en estaciones lluviosa y seca. *Revista de Biología Tropical*, 62(Supl. 1): 117-132.

Gómez, C. y López R. H. (2002). Abundancia y distribución de quetognatos durante los periodos mayo-junio y noviembre de 1996 en el Pacífico Colombiano. *Boletín Científico INPA*, (7): 203-225.

Gómez, C. y Martínez, I. (2005). Nueva productividad biológica en el Pacífico Oriental Ecuatorial: respuesta al aporte de nutrientes por los ríos del Pacífico colombiano, surgencia costera y polvo atmosférico. *Boletín de Geología*, 27(2): 99-114.

Greg H. R., Ohman, M. D. y Pierrot-Bults, A. (2003). Linking nitrogen dynamics to climate variability off central California: a 51 years record based on 15N/14N in CalCOFI zooplankton. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 50(14-16): 2431-2447.

Harris, R., Wiebe, P., Lenz, J., Skjoldal, H. R. y Huntley, M. (Eds.). (2000). *ICES Zooplankton Methodology Manual*. Honolulu, Estados Unidos: Academic Press.

Heymans, J., Coll, M., Link, J. S, Mackinson, S., Steenbeek, J., Walters, C. y Christensen, V. (2016) *Best practice in Ecopath with Ecosim food-web models for ecosystem-based management. Ecological Modelling*, 331: 173-184.

IDEAM – UNAL (2018). Variabilidad Climática y Cambio Climático en Colombia. Recuperado de: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023778/variabilidad.pdf>.

IHO. (2000). IHO Transfer Standard for Digital Hydrographic Data. Monaco: International Hydrographic Bureau. Recuperado de: https://www.iho.int/iho_pubs/standard/S-57Ed3.1/31Main.pdf.

IHO. (s.f.). S-100 Universal Hydrographic Data Model. Recuperado de: https://www.iho.int/iho_pubs/standard/S-100/S-100_Info.htm.

INOCAR. (s.f.). Normativa S-100. Primer Taller de la Comisión Regional Hidrográfica del Pacífico Sudeste. Recuperado de: https://www.inocar.mil.ec/crhpse/doc/esp/TALLER_S100.pdf.

IMOS. (s.f.). *About IMOS*. Recuperado de: <http://imos.org.au/about/>.

IOC (2016). Guidelines for a Research Data Management Plan. IOC Manuals and Guides No, 73 UNESCO/IOC. Paris, Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO. Recuperado de <http://www.oceandocs.org/handle/1834/8589>.

IOC. (2013a). Ocean Data Standards: Recommendation for a Quality Flag Scheme for the Exchange of Oceanographic and Marine Meteorological Data. Manuals and Guides No. 54, Vol.3 UNESCO/IOC. Recuperado de <https://www.oceanbestpractices.net/handle/11329/413>.

IOC. (2013b). Ocean Data Standards. IOC Manuals and Guides, 54, Volume 3. Recuperado de https://www.nodc.noaa.gov/oads/support/MG54_3.pdf

IOC. (2010). GTSP Real-Time Quality Control Manual. IOC Manuals and Guides No. 22, Revised version 1.0. Recuperado de: <https://www.nodc.noaa.gov/GTSP/document/qcmans/MG22rev1.pdf>.

IOC. (s.f.). IOC Capacity Development: IOC/IODE (International Oceanographic Data and Information Exchange). Recuperado de: http://www.ioc-cd.org/index.php?option=com_content&view=article&id=15&Itemid=138

Jaimes, J. C. y López, R. H. (2008). Larvas filosomas de langosta espinosa *Panulirus gracilis* en el océano Pacífico colombiano, septiembre de 2007. *Boletín Científico CCCP*, 15: 33-45.

Jaimes, J. C. y López, R. H. (2014). Distribución y abundancia larvaria de *Panulirus gracilis* (Crustacea, Decapoda) en el Océano Pacífico Colombiano durante siete campañas oceanográficas realizadas en el periodo 2001-2007. *Hidrobiológica*, 24 (3): 231-243.

Jaimes, J. C. y López, R. H. (2014). Biomasa y abundancia de Copepoda (Crustacea) en aguas superficiales del océano Pacífico colombiano durante septiembre de 2007. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 49(1): 31-41.

Jerez, M., Ciales, M. I. y Giraldo, A. (2017). Copépodos epipelágicos en Bahía Cupica, Pacífico colombiano: composición de especies, distribución y variación temporal. *Revista de Biología Tropical*, 65(3), 1046-1061.

Jiménez, S. y Arboleda, E. A. (1991). Distribución y abundancia de larvas y huevos de peces durante el Crucero Pacífico XIII ERFEN X-Noviembre de 1988. *Boletín Científico CCCP*, 2: 33-49.

Jiménez, I. L. (2008). Prospección del ictioplancton en la superficie del océano Pacífico colombiano. Periodo 19.Sep-08.Oct.04. Estudio Regional del Fenómeno El Niño (ERFEN) (Trabajo de Pregrado). Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá D. C., Colombia.

Koval, M. V. (2003). Review of the zooplankton sampling and processing methods used during BASIS Cruises 2002. *Research Institute of Fisheries & Oceanography (KamchatNIRO)*. Doc. 666. Kamchatka, Rusia.

Ley 1712 de 2014. Diario Oficial de Colombia. Bogotá, Colombia, 6 de marzo de 2014.

Lombana, L.; Bernal, N. y Barrios, J. (2018). Guía para el procesamiento de series de tiempo de precipitación y temperatura: estimación de datos faltantes, detección de cambios y homogenización. Bogotá D.C, Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

López, R. H. (1984). Descripción, distribución y abundancia del ictioplancton entre 0 y 10m de profundidad para el Pacífico Colombiano. Nov-Dic/82 (Crucero Pacífico VIII-ERFEN V) (Trabajo de Pregrado). Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, Bogotá D. C., Colombia.

López, R. H. (1997). Das Fischplankton der pazifischen Küstenwässer Kolumbiens. (Tesis Doctoral). Justus-Liebig-Universität, Gießen, Alemania. Marburg, Alemania: Tectum.

López, R. H. (2002). Estadios tempranos de peces del Pacífico Colombiano (Early life history of fishes of the Pacific coast of Colombia). Book review. *Bulletin of Marine Science*, 70(3): 967-972.

López, R. H. (2012). Distribución y abundancia de copépodos pelágicos en el Pacífico colombiano. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 8(1):98-123.

López, R. H. (2018). Abundancia y biomasa de Chaetognatha (Aphragmophora) en la zona pelágica del Pacífico colombiano. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 21(1): 187-196.

López, R. H. y Trujillo, C. A. (2002). Trophic Flows in a Tropical Coastal Ecosystem: The Southern Pacific Ocean of Colombia. En: Christensen, V. G. R. y J. Maclean, J. (Eds.). ACP-EU, Fisheries Research Initiative. *Proceedings INCO-DC Conference: Placing Fisheries in their Ecosystem Context*, Galapagos Islands, Ecuador, 4-8 December 2000. Bruselas, ACP-EU. *Fisheries Research Reports*, (12): 53.

López, R. H. y Baldrich, Á. M. (2010). Hidromedusas del Océano Pacífico Colombiano. Catálogo Básico de Identificación Rápida I. Bogotá, Colombia: Ed. Panamericana formas e impresos S.A.

López, R. y Medellín, J. (2010). Distribución de eufausiáceos (Crustacea: Malacostraca) en el Océano Pacífico Colombiano durante el periodo 02 A 27 de septiembre de 2005. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 6(2): 240-255.

López R. H. y Mojica, L. H. (2015a). Distribution and abundance of *Oncaea media* and *O. venusta* (Crustacea: Copepoda) in the Colombian Pacific Ocean during two periods in 2001. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 18(1):197-206.

López R. H. y Mojica, L. H. (2015b). Especies de *Oithona* (Crustacea: Copepoda) en el Pacífico colombiano en el segundo periodo lluvioso de 2001. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 11(2):38-53.

López R. H. y Mojica, L. H. (2015c). Influencia abiótica sobre algunos géneros de copépodos (Crustacea) epipelágicos en el Pacífico colombiano. Septiembre de 2002. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 11(1):20-33.

López, R. H., López, C. y Uribe, J. (2007). Quetognatos: ¿Indicadores de eventos climáticos anómalos en el océano Pacífico colombiano? *Boletín Científico CCCP*, (14): 109-122.

Lovegrove, T. (1966). The determination of the dry weight of plankton and the effect of various factors on the values obtained, in some contemporary studies. En: Barnes, H. (ed). *Marine Science* (pp. 429-467). St. Leonards, New South Wales, Australia: Allen & Unwin.

Loreto, M., Pérez, I., San Martín, B., Varas, E., Zilleruelo, R., Riquelme, R. y and Palma, Á. T. (2016). Seasonal dynamics of zooplankton in a northern Chile bay exposed to upwelling conditions. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 51 (2): 273-291.

MADS. (2017). Plan de acción de biodiversidad para la implementación de la Política nacional para la Gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos 2016-2030/Comps. Bogotá, Colombia: Dirección de bosques, biodiversidad y servicios ecosistémicos.

MADS y WWF. (2013). Nodos Regionales de Cambio Climático. Articulando acciones e intereses frente al Cambio Climático. Recuperado de: http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadYServiciosEcosistemicos/pdf/nodos_territoriales/250314_guia_nodos_reg_cambio_clima_v_1113.pdf.

Málikov, I. y Villegas, N. 2010. Proceso de mezcla vertical en las masas de agua de la Cuenca del Pacífico Colombiano y comportamiento anual de sus características termohalinas. *Geología Colombiana*, 35: 102-112.

Martínez T. I., Giraldo, A. y Rodríguez, E. (2007). Zooplancton en la corriente de Colombia, Pacífico colombiano, durante marzo de 2006. *Boletín Científico CCCP*, 14: 69-82.

Martínez T. I., Giraldo, A. y Rodríguez, E. (2010). Ictioplancton en la zona costera del Pacífico colombiano durante la fase terminal de El Niño 2006-2007. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 38(1): 151-166.

Medina, D., Cantera, J., Escarria, E. y Mejía, L. M. (2014). Distribución y densidad de ictioplancton en el estuario de bahía Málaga, Pacífico colombiano (septiembre de 2009-febrero de 2010). *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras*, 43(1): 107-119.

Mesa, J. (2009). Metodología para el reanálisis para series de oleaje en el Caribe Colombiano. Tesis de Maestría. Postrado en Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos. Universidad Nacional, sede Medellín.

MinTIC. (2016). Guía de Datos Abiertos en Colombia. Recuperado de: http://estrategia.gobiernoenlinea.gov.co/623/articles-8248_Guia_Apertura_Datos.pdf.

Montoya, R. D., Menendez, M., & Osorio, A. F. (2018). Exploring changes in Caribbean hurricane-induced wave heights. *Ocean Engineering*, 163, 126-135.

Moreno, B. (1995). Descripción y abundancia de larvas y postlarvas de sciánidos (Pisces: Perciformes) en el Pacífico Colombiano durante 1991 (Trabajo de Pregrado). Universidad del Valle, Cali, Colombia.

Murcia, M. y Giraldo, A. (2007). Condiciones oceanográficas y composición del mesozooplankton en la zona oceánica del Pacífico colombiano, durante septiembre-octubre 2004. *Boletín Científico CCCP*, 14: 83-89.

Navia, J. D., Garavito, J. D., Rodríguez, Á. T. y Villegas, N. L. 2015. Determinación de las capas isotérmica y activa, contenido y flujo de calor en aguas oceánicas de la cuenca del Pacífico colombiano. *Boletín Científico CIOH*, 33: 39-51.

NOAA. (2015). About Global Temperature and Salinity Profile Program. Recuperado de: <https://www.nodc.noaa.gov/GTSPP/overview/index.html>.

OMM. (2011). Guía de Prácticas Climatológicas. OMM-Nº 100. Ginebra, Suiza: Organización Meteorológica Mundial. Recuperado de: https://library.wmo.int/pmb_ged/wmo_100_es.pdf.

Ozeki, Y. (2018). Biological Monitoring: Fish Eggs, Fish Larvae, and Zooplankton, En: Aoki, I., Yamakawa, T. y Takasuka A. (Eds.). 2018. *Fish population dynamics, monitoring, and management. Sustainable Fisheries in the Eternal Ocean* (pp. 111-138). Tokio, Japón: Springer.

Ortega, S., Osorio, A. F., Agudelo, P., y Vélez, J. I. (2010). Generación de series sintéticas de oleaje en lugares con instrumentación escasa en el mar Caribe colombiano. En *Libro de resúmenes extendidos del XXIV Congreso Latinoamericano de Hidráulica Punta del Este. Uruguay*.

Ortiz, J.C., (2009). Application of a parametric wind model and spectral well model for the study of maximum swell generated by hurricane Lenny on the Caribbean coast in 1999. *Sci. Bull.* 27, 29–36 CIOH, In Spanish.

- Ortiz, J.C., (2011). Exposure of the Colombian Caribbean coast, including San Andres island, to tropical storms and hurricanes. *Nat. Hazards*. <http://dx.doi.org/10.1007/s11069-011-0069-1>.
- Ortiz, J. C., Salcedo, B., & Otero, L. J. (2012). Investigating the collapse of the Puerto Colombia Pier (Colombian Caribbean Coast) in March 2009: Methodology for the reconstruction of extreme events and the evaluation of their impact on the coastal infrastructure. *Journal of Coastal Research*, 30(2), 291-300.
- Ortiz-Royero, J.C., Otero, L.J., Restrepo, J.C., Ruiz, J., y Cadena, M., (2013). Cold fronts in the Colombian Caribbean Sea and their relationship to extreme wave events. *Nat.Hazards Earth Syst. Sci.* 13, 2797–2804.
- Ortiz - Royero, J.C., Plazas Moreno, J.M., y Lizano, O., (2015). Evaluation of extreme waves associated with cyclonic activity on San Andres island in the Caribbean Sea since 1900. *J. Coast Res.* 31 (3), 557–568 Coconut Creek (Florida), ISSN 0749–0208.
- Osorio, Andrés F., Montoya, R. D., Ortiz, J. C., y Peláez, D. (2016a). Construction of synthetic ocean wave series along the Colombian Caribbean Coast: A wave climate analysis. *Applied Ocean Research*, 56, 119-131.
- Osorio, A. F., Ortega, S., y Arango-Aramburo, S. (2016b). Assessment of the marine power potential in Colombia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 53, 966-977.
- Orejarena, A. F., Otero, L. J., Dagua, C. J., Marriaga, L., y Herrera, E. (2013). Determinación del clima de oleaje medio y extremal en el norte del Golfo de Urabá. *Boletín Científico CIOH* (13). pp. 109-124. ISSN 0120-0542. DOI 10.26640/01200542.31.109_124
- Pabón Caicedo, J. D. y Montealegre Bocanegra, J. E. (2017). Los fenómenos de El Niño y de La Niña, su efecto climático e impactos socioeconómicos. Bogotá D.C., Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Colección Jorge Álvarez Lleras No. 43. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Jose-Daniel-Pabon-Caicedo/publication/326305327_Los_fenomenos_de_El_Nino_y_de_La_Nina_-_Pabon-CaicedoMontealegre-Bocanegra/links/5b45146ba6fdcc66191707dc/Los-fenomenos-de-El-Nino-y-de-La-Nina-Pabon-Caicedo-Montealegre-Bocanegra.pdf.
- Pavés, H. J. y González, H. E. (2008). Carbon fluxes within the pelagic food web in the coastal area off Antofagasta (23°S), Chile: The significance of the microbial versus classical food webs Author links open overlay panel. *Ecological Modelling*, 212(3-4): 218-232.

- Pelayo, G., Olivos, A., Franco, C., Quijano, S., Gaviño, J., Kono, T. y Castro, F. (2017). Physical, chemical and zooplankton biomass variability (inshore-offshore) of Mexican Central Pacific during El Niño-La Niña 2010. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 45(1): 67-78.
- Pérez-Zapata, J. (2017). Identificación y cuantificación del potencial de energía undimotriz en la costa del departamento del Atlántico, Colombia. *Ingeniería Investigación y Desarrollo*, 17(2), 93-102.
- Pineda, F. (1976). Taxonomy of the Chaetognaths of the Bight of Panama *Boletín Instituto Oceanográfico Universidad de Oriente*, 15(2): 201-208.
- Pineda, F. (1977). Taxonomy of the chaetognaths of the Bight of Panama. *Anales Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras*, 9: 225-240.
- Pineda, F. (1979). Seasonal distribution of the chaetognaths in the Bight of Panama. *Boletín Instituto Oceanográfico Universidad de Oriente*, 18(1-2): 65-88.
- PNNC. 2017. Programa de equipos de medición. Versión 3. Colombia: Parques Nacionales Naturales de Colombia. Recuperado de: http://intranet.parquesnacionales.gov.co/wp-content/uploads/2015/11/AMSPNN_IN_07-Programa-equipos-de-medici%C3%B3nV33.pdf
- PNNC. (2018). Instructivo para la administración y manejo de la información de monitoreo. Versión 1. Colombia: Parques Nacionales Naturales de Colombia. Recuperado de <https://storage.googleapis.com/sula-files/help/es.pdf>.
- Poveda, G. y Mesa, O. (1996). Feedbacks between Hydrological Processes in Tropical South America and Large-Scale Ocean–Atmospheric Phenomena. *Journal of Climate* (10). pp. 2690-2702. Recuperado de: <https://journals.ametsoc.org/doi/pdf/10.1175/1520-0442%281997%29010%3C2690%3AFBHPIT%3E2.0.CO%3B2>
- Rau, G. H., Ohman, M. D. y AnneliesPierrot-Bults, A. (2003). Linking nitrogen dynamics to climate variability off central California: a 51 years record based on 15N/14N in CalCOFI zooplankton. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 50(14-16): 2431-2447.
- Ré, P., Azeiteiro, U. y Morgado, F. (2005). *Ecologia do plâncton marinho e estuarino*. Porto, Portugal: Afrontamento.
- Rehim, M., Zhang, Z. y Muhammadhaji, A. (2016). Mathematical analysis of a nutrient–plankton system with delay. SpringerPlus (Alemania). 5:1055, 22p. Doi 10.1186/s40064-016-2435-7
- Riccardi, N. (2010). Selectivity of plankton nets over mesozooplankton taxa: implications for abundance, biomass and diversity estimation, *Journal of Limnology*, 2010, 69: 287-296.

Riveros, D. (2005). El ictioplancton en la superficie del océano Pacífico colombiano durante el período 01-21 Sep. 03. Estudio Regional del Fenómeno de El Niño (ERFEN) (Trabajo de Pregrado). Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá D. C., Colombia.

Rodríguez-Rincón, A., Navarrete-Ramírez S., Gómez D. I., y Navas Camacho R. (2014). Protocolo Indicador Condición Tendencia Áreas Coralinas (ICTAC): Indicadores de monitoreo biológico del Subsistema de Áreas Marinas Protegidas (SAMP). Invemar, GEF y PNUD. Serie de Publicaciones General del INVEMAR No. 66, Santa Marta. Recuperado de: <http://www.invemar.org.co/documents/10182/14479/01+ProtocoloIndicadorAreasCoralinasdigital.pdf/2cbba4fe-dc3e-423a-b2f1-e191ee42deed>.

Rosales, N. y López, R. H. (2007). Paralarvas de calamares y pulpos capturadas en el océano Pacífico Colombiano en el periodo 02-25.sep.05. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 3(1): 145-161.

Ruiz, G., Mendoza, E., y Silva, R. (2009). Caracterización del régimen del oleaje y viento de 1948-2007 en el litoral mexicano. *Ingeniería del agua*, 16(1), 51-64.

RUNAP. (2018a). Registro Único de Áreas Protegidas: Parques Naturales Nacionales. Recuperado de: <http://runap.parquesnacionales.gov.co/organizacion/40>.

RUNAP. (2018b). Registro Único de Áreas Protegidas: Distritos Nacionales de Manejo Integrado. Recuperado de: <http://runap.parquesnacionales.gov.co/categoria/SINAP/11>.

Sánchez, R. (2006). Diseño e Implementación de una Herramienta Computacional para el Control de la Calidad y Validación de Datos Oceanográficos. (Tesis de pregrado). Universidad del Cauca. Popayán, Colombia. Recuperado de: <http://cecoldodigital.dimar.mil.co/563/>.

Santhanam, R., Srinivasan, A. y Khan, S. A. (2015). Manual of methods for marine plankton. Nueva Delhi, India: Daya Publishing House.

Saretzki, C. (1998). Dinámica y estructura del ictioplancton en la Ensenada de Utría, Pacífico Colombiano (Trabajo de Pregrado). Universidad Javeriana, Bogotá D. C., Colombia.

SLGO (2015) Environmental Data Management Best Practices - Basic Concepts. Canada: Lawrence Global Observatory (SLGO). Recuperado de: <https://slgo.ca/images/docs/pdf/SLGODataManagement-2015.pdf>.

Smith, P. E. y Richardson, S. L. (1979). Técnicas modelo para prospecciones de huevos y larvas de peces pelágicos. F.A.O. *Documentos Técnicos de Pesca*, 175: 1-107.

Suthers, I. M. y Rissik, D. (Eds.). (2009). *Plankton: A Guide to their Ecology and Monitoring for Water Quality*. Collingwood, Canadá: Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO) Publishing.

Torres, R., y Andrade, C. (2006). Potencial en Colombia para el aprovechamiento de la energía no convencional de los océanos. *Boletín Científico CIOH*, 24, 11-25.

UNESCO. (2017). IOC Committee on International Oceanographic Data and Information Exchange Twenty-fourth Session. Kuala Lumpur, Malaysia, 28-31 March 2017. IOC/IODE-XXIV/3. Recuperado de: https://www.iode.org/components/com_oe/oe.php?task=download&id=34433&version=1.0&lang=1&format=1.

UNGGIM. (2017). Terms of Reference for the working Group on Marine Geospatial Information. Recuperado de: http://ggim.un.org/documents/WG_MGIM_Terms_of_Reference.pdf.

UNGGIM. (2018a). Report of the Working Group on Marine Geospatial Information. Recuperado de: <http://ggim.un.org/meetings/GGIM-committee/8th-Session/documents/14.%20WG-Marine-Geospatial-Information.pdf>.

UNGGIM. (2018b). Work Plan 2018/2019, Working Group on Marine Geospatial Information. Recuperado de: http://ggim.un.org/documents/WG_MGI_Work_Plan_Mar_2018.pdf.

Uribe, J. López, R., Gibbons, M., Gusmao, F. y Richardson, A. (2018). Siphonophores from surface waters of the Colombian Pacific Ocean. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 1-14. DOI:10.1017/S0025315417002065.

Valencia, B. y Giraldo, A. (2009). Hipéridos (Crustacea: Amphipoda) en el sector norte del Pacífico oriental tropical colombiano. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 37(2): 265-273.

Valencia, B. & Giraldo, A. (2012). Structure of hyperiid amphipod assemblages on Isla Gorgona, eastern tropical Pacific off Colombia. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 92(7): 1489-1499.

Valenzuela, S. (2018). AEMAPPS: Análisis de Efectividad de Manejo de Areas Protegidas con Participación Social. Recuperado de: <https://www.protectedplanet.net/system/comfy/cms/files/files/000/000/059/original/AEMAPPS.pdf>

Vandepitte, L., Vanhoorne, B., Decock, W., Vranken, S., Lanssens, T., Dekeyzer, S., Verfaille, K., Tammy, T., Kroh, A., Hernández, F. y Mees, J. (2018). A decade of the World Register of Marine Species- General insights and experiences from the Data Management Team: Where are we, what have we learned and how can we continue? *PLoS ONE*, 13(4): e0194599.

Vargas, E. P. (2014). Familias de paralarvas de cefalópodos (Molusca: Cephalopoda) distribuidos en el Océano Pacífico Colombiano: Cruceros 2001-2004 del Estudio Regional del Fenómeno El Niño (ERFEN) (Trabajo de Pregrado). Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá D. C., Colombia.

Velasco, E. (2011). Estimaciones de la biomasa zooplanctónica en la Bahía de Tumaco durante junio 2009 a junio 2010, Pacífico colombiano. *Boletín Científico CIOH*, 29: 122-128.

Villegas, N., Málikov, I. y Díaz, D. (2016). Variabilidad mensual de la velocidad de surgencia y clorofila a en la región del Panama Bight. *Mutis*, 6(2):82-94.

Ward, R. y Greenslade, B. (2011). IHO S-100 The Universal Hydrographic Data Model. Recuperado de: https://www.iho.int/mtg_docs/com_wg/TSMAD/TSMAD_Misc/S-100InfoPaper_FinalJan2011.pdf.

Wiebe, P. H., Harris, R. Gislason, A., Margonski, P., Skjoldal, H. R., Benfield, M., Hay, S., O'Brien, T. y Valdés, L. (2016). The ICES Working Group on Zooplankton Ecology: Accomplishments of the first 25 years. *Progress in Oceanography*, 141: 179-201.

Zar, H. (2013). *Biostatistical Analysis*. Harlow, Inglaterra: Pearson Ed. Ltd.

4. SIGLAS

AEMAPPS	Análisis de Efectividad del Manejo con Participación Social
AGRRA	<i>Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment</i>
AMP	Áreas Marinas Protegidas
ANH	Agencia Nacional de Hidrocarburos
BEM	Biodiversidad y Ecosistemas Marinos
BIP	Banco de Información Petrolera
BODC	<i>British Oceanographic Data Center</i>
CANE	Consejo Asesor Nacional de Estadística
CCO	Comisión Colombiana del Océano
CECOLDO	Centro Colombiano de Datos Oceanográficos
CGDI	<i>Canada's Spatial Data Infrastructure</i>
CHRIS	<i>Hydrographic Requirements for Information Systems</i>
CMarZ	<i>Census of Marine Zooplankton</i>
COADS	<i>Comprehensive Ocean-Atmosphere Data Set</i>
COI	Comisión Oceanográfica Intergubernamental
CoML	<i>Census of Marine Life</i>
CRHPSE	Comisión Regional Hidrográfica del Pacífico Sudoeste
CTN Diocean	Comité Técnico Nacional de Coordinación de Datos e Información Oceánica
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
DIMAR	Dirección General Marítima
DGIWG	Grupo de Trabajo de Información Geográfica Digital
EML	<i>Ecological Markup Language</i>
ENC	<i>Electronic Navigational Chart</i>
EPIS	<i>Exploration and Production Information Service</i>
Eurostat	Oficina Europea de Estadística
GBIF	<i>Global Biodiversity Information Facility</i>
GEBCO	<i>General Bathymetric Chart of the Oceans</i>
GEOSS	<i>Group on Earth Observations</i>
GPS	Geoposicionador Satelital Global
GSDI	Infraestructura Global de Datos Espaciales
GSFC	<i>Goddard Space Flight Center</i>
GT-MPG	Grupo de Trabajo en Mejores Prácticas de Gestión de Datos
GTSP	<i>Global Temperature and Salinity Profile Programme</i>
IALA	Sistema de Boyado Marítimo
ICDE	Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales
ICES	<i>International Council for the Exploration of the Sea</i>
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia
IMO	<i>Integrated Marine Observing System</i>

INVEMAR	Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras de Colombia “José Benito Vives de Andrés”
INSPIRE	<i>Infrastructure for Spatial Information in the European Community</i>
IODE	Intercambio Internacional de Datos e Información Oceanográficos
IPT	<i>Integrated Publishing Toolkit</i>
ISO	Organización Internacional de Estandarización
LabSIS	Laboratorio de Servicios de Información
LPSN	<i>List of Prokaryotic names with Standing in Nomenclature</i>
MACHC	Comisión Hidrográfica Regional de Mesoamérica y el Caribe
MR-MPGDO	Manual de Referencia en Mejores Prácticas de Gestión de Datos Oceánicos
MIIG	Motor de Integración de Información Geocientífica
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
NCBI	<i>National Center for Biotechnology Information</i>
NOAA	<i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i>
NSDI	<i>National Spatial Data Infrastructure</i>
NTCPE 1000	Norma Técnica de la Calidad del Proceso Estadístico
OASIS	Organización para el Avance de Sistemas de Información Estructurados
OBIS	<i>Ocean Biogeographic Information System</i>
ODI	Organización y Dinámica de Ecosistemas
OGC	<i>Open Geospatial Consortium</i>
OHI	Organización Hidrográfica Internacional
OMI	Organización Marítima Internacional
OMM	Organización Meteorológica Mundial
QA	<i>Quality Assurance</i>
QC	<i>Quality Control</i>
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
ONU	Organización de las Naciones Unidas
OPC	Océano Pacífico Colombiano
PEN	Plan Estadístico Nacional
PNNC	Parques Nacionales Naturales de Colombia
PNNCPR	Parque Nacional Natural Corales de Profundidad
PNNCRSB	Parque Nacional Natural Los Corales del Rosario y de San Bernardo
PNNG	Parque Nacional Natural Gorgona
PNNOPMBL	Parque Nacional Natural Old Providence McBean Lagoon
PNNS	Parque Nacional Natural Sanguiang
PNNT	Parque Nacional Natural Tayrona
PNNU	Parque Nacional Natural Utría
PNNUBM	Parque Nacional Natural Uramba Bahía Málaga
RUNAP	Registro Único de Áreas Protegidas
SAMP	Subsistema de Áreas Marinas Protegidas
SEN	Sistema Estadístico Nacional

SGC	Servicio Geológico Colombiano
SIAC	Sistema de Información Ambiental para Colombia
SIAM	Sistema de Información Ambiental Marina de Colombia
SIB	Sistema de Biodiversidad de Colombia
SiBM	Sistema de Información sobre Biodiversidad Marina de Colombia
SiB Colombia	Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia
SIG	Sistema de Información Geográfica
SIMAC	Sistema de Monitoreo de Arrecifes Coralinos
SINAP	Sistema Nacional de Áreas Protegidas
SIPEIN	Sistema de Información Pesquera del INVEMAR
SiSMAC	Sistema de Soporte al Monitoreo de las Áreas Coralinas
SFAPP	Santuario de Fauna Acandí, Playón y Playona
SFFCGSM	Santuario de Fauna y Flora Ciénaga Grande de Santa Marta
SFFCMH	Santuario de Fauna y Flora El Corchal "El Mono Hernández"
SFFLC	Santuario de Fauna y Flora Los Colorados
SFFLF	Santuario de Fauna y Flora Los Flamencos
SFFM	Santuario de Fauna y Flora Malpelo
SPNN	Sistema de Parques Nacionales Naturales
SULA	Sistema de Información de Monitoreo e Investigación de Parques Nacionales Naturales de Colombia
TDWG	<i>Biodiversity Information Standards</i>
UMNG	Universidad Militar Nueva Granada
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
UNGIWG	Grupo de Trabajo de Información Geográfica de las Naciones Unidas
UNGGIM	<i>United Nations Committee of Experts on Global Geospatial Information Management</i>
VOC	Valores Objeto de Conservación
WOCE	<i>World Ocean Circulation Experiment</i>
WoRMS	<i>World Register of Marine Species</i>
WWF	<i>World Wildlife Fund</i>



**Ministerio de Defensa Nacional
Dirección General Marítima**

Carrera 54 No. 26-50 CAN. Edificio Dimar
Línea de Atención al Ciudadano 01 8000 115 966
Contact Center +57 (1) 328 6800 en Bogotá D.C.
Línea Anticorrupción 01 8000 911 670
dimar@dimar.mil.co

www.dimar.mil.co



Dirección
General Marítima



@dimarcolombia



DimarColombia



dimarcolombia



dimarcolombia
www.issuu.com



App Gente de Mar

Disponible en el
App Store

DISPONIBLE EN
Google Play