

MSc. Vásquez-López, Laura Marcela<sup>1</sup>; CF Gómez-Sierra, Jonathan Fabrizio<sup>1</sup>; TF Castro Bobadilla, Gabriela<sup>1</sup>; S2 Cáceres-Sanabria, Juan Camilo<sup>1</sup>; Ma1 Márquez-Pizo, Andres Felipe<sup>1</sup>; Ing. Padilla-Agredo, David Humberto<sup>1</sup>; Ing. Rengifo-Morales, Diego Armando<sup>1</sup>; Ing. Villafañe-Romero, Jean Janer<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones Oceanográficas del Pacífico (CCCP), Dirección General Marítima, Colombia.

## Resumen

Los estándares de la OHI (S-44 y S-104) exigen sistemas de referencia vertical para levantamientos hidrográficos y cartografía náutica. Hasta 2016, Colombia carecía de datum de marea estandarizados, lo que afectaba la seguridad marítima. Para cerrar esta brecha, el CCCP de DIMAR creó la Red Hidrográfica de Referencia Vertical, iniciada en tres zonas piloto (Bahías de Tumaco, Buenaventura y Cartagena). Su objetivo fue establecer una infraestructura que soporte levantamientos, navegación y planificación portuaria. La red combina un componente mareográfico, que procesa datos de nivel del mar para definir datums mareales internacionales, y uno geodésico, que modela la separación entre el elipsoide WGS84 y los datums de marea. Actualmente opera en 11 puertos del Pacífico y Caribe, constituyendo la primera red hidrográfica de referencia vertical del país, alineando a Colombia con los estándares internacionales.

## INTRODUCCIÓN

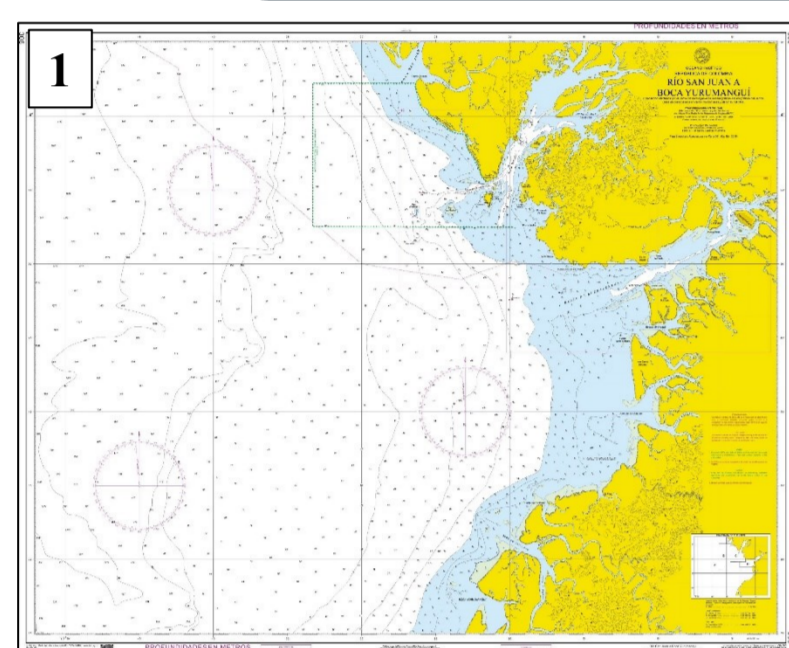


Figura 1. Carta Náutica de Bahía Buenaventura - Bahía Málaga

En este marco, se implementa el proyecto "Red Nacional Hidrográfica de Referencia Vertical", orientado a estandarizar procedimientos, reducir la incertidumbre en los productos técnicos y cumplir con las normativas nacionales e internacionales en las actividades marítimas que involucren datos derivados de mediciones en aguas jurisdiccionales.

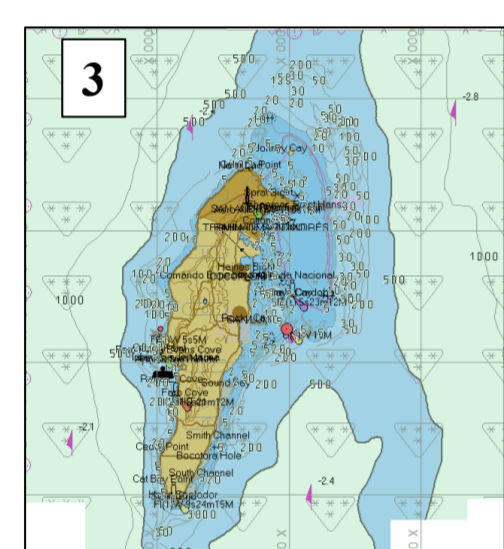


Figura 3. Carta Náutica San Andrés islas

La Dirección General Marítima (DIMAR), a través de sus Centros de Investigación, desarrolla proyectos de investigación científica marina para generar información técnico-científica que apoye la hidrografía, la oceanografía y la protección del medio marino, en cumplimiento de su misión como autoridad marítima nacional.

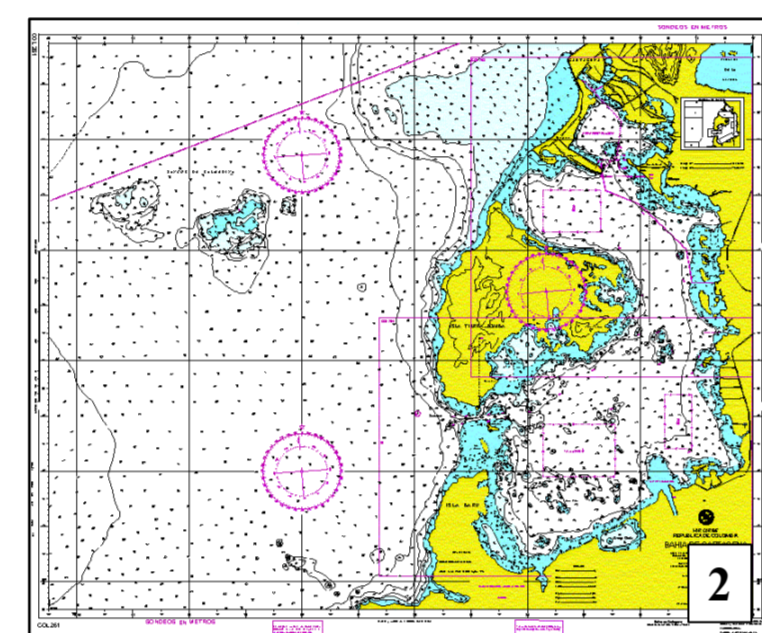


Figura 2. Carta Náutica Cartagena - Isla del Rosario

Esta iniciativa se ha ejecutado en tres fases, incluyendo la recopilación y procesamiento de datos en distintas zonas, la actualización de datums y la ampliación de cobertura a nuevos puntos estratégicos en las zonas costeras del país. Actualmente, cuenta con información en 11 capitanías de puerto y continúa en expansión. Destacando San Andrés isla, Bahía Buenaventura- Bahía Málaga y Cartagena.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Componente Mareográfico



Figura 4. Mantenimiento del Mareógrafo de Tumaco y su respectiva CORS



Figura 6. Fondo de mareógrafos portátiles.

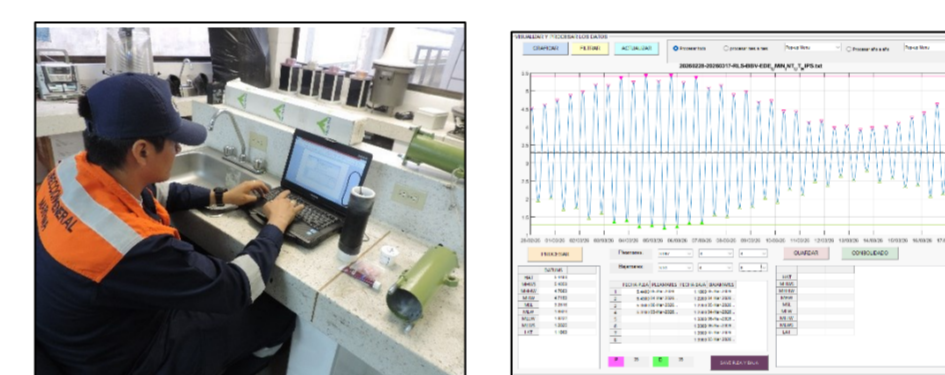


Figura 8. Procesamiento de datos de marea para cada estación mareográfica

Recopilación de data histórica de la red mareográfica de la DIMAR en cada estación.

Toma de Datos GNSS con metodología RTK en las zonas delimitadas para cada área de estudio.

Procesamiento de la información, incluyendo control de calidad y correcciones de nivel referencia.

Implementación y rastreo de los vértices geodésicos que conforman la Red de referencia vertical.

Determinación de datums de marea para todas las estaciones del Pacífico y Caribe colombiano.

Nivelación geométrica y generación de herramientas que permitan depurar y procesar los puntos RTK.

### Componente Geodésico

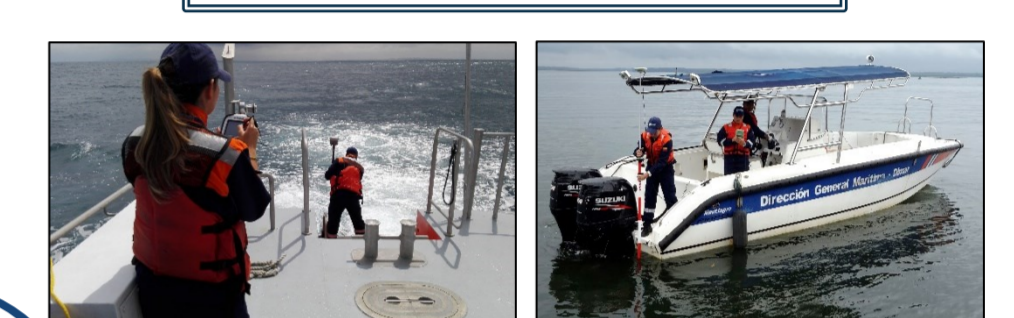


Figura 5. Levantamiento RTK sobre la lámina de agua

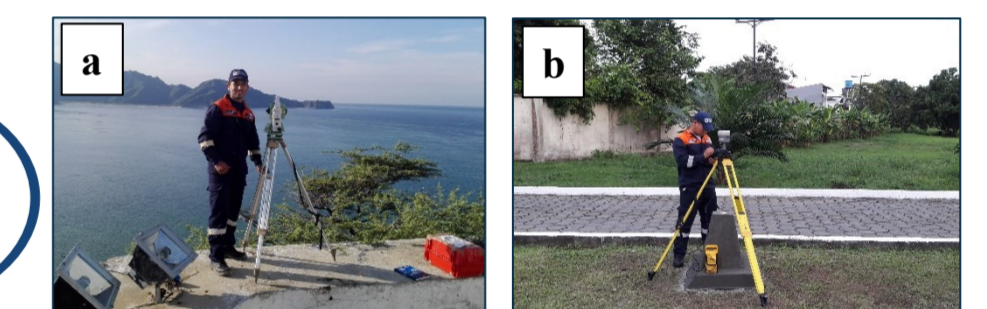


Figura 7. (a) Construcciones de vértices tipo inercustación en Santa Marta (b) Construcciones de vértices tipo pilastro en Tumaco

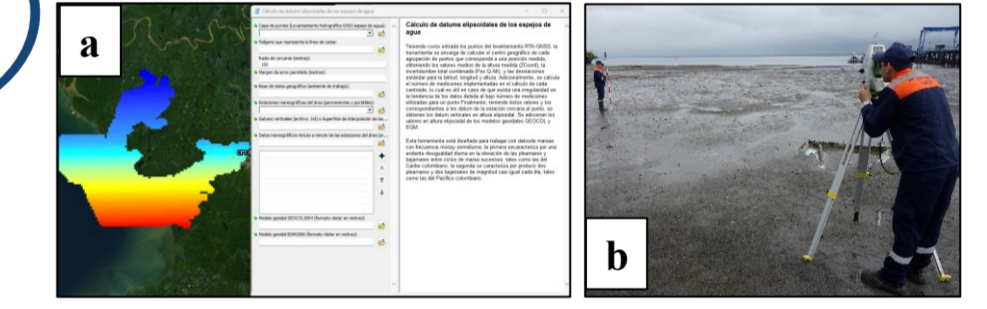


Figura 9. (a) Herramientas para generación de las SHRV (b) Nivelación geométrica.

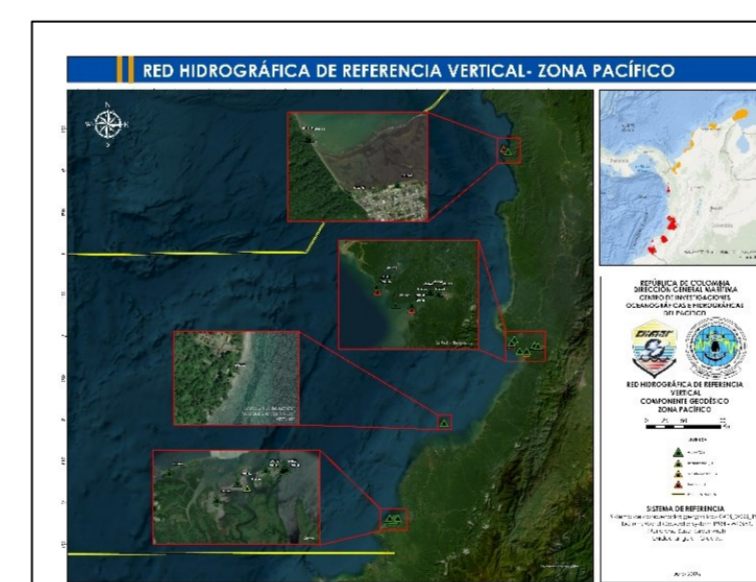
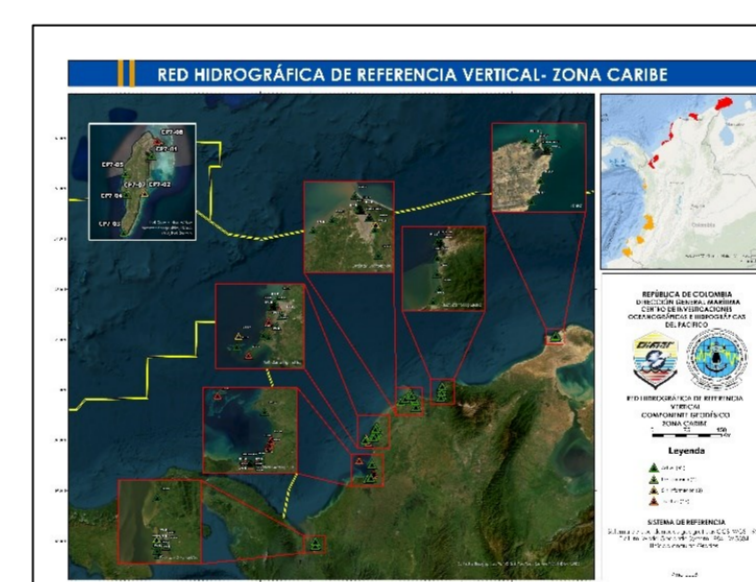
## OBJETIVOS

Cuantificar la variabilidad en tiempo y espacio del rango y fase de la marea, mediante la validación y observación en campo, con el apoyo de sensores portátiles adicionales a la infraestructura mareográfica permanente de Dimar.

Fortalecer el conocimiento técnico y la infraestructura de los niveles de referencia vertical hidrográficos, mediante una red propia y ajustada para las condiciones mareográfica propias en cada uno de los Puertos Colombianos.

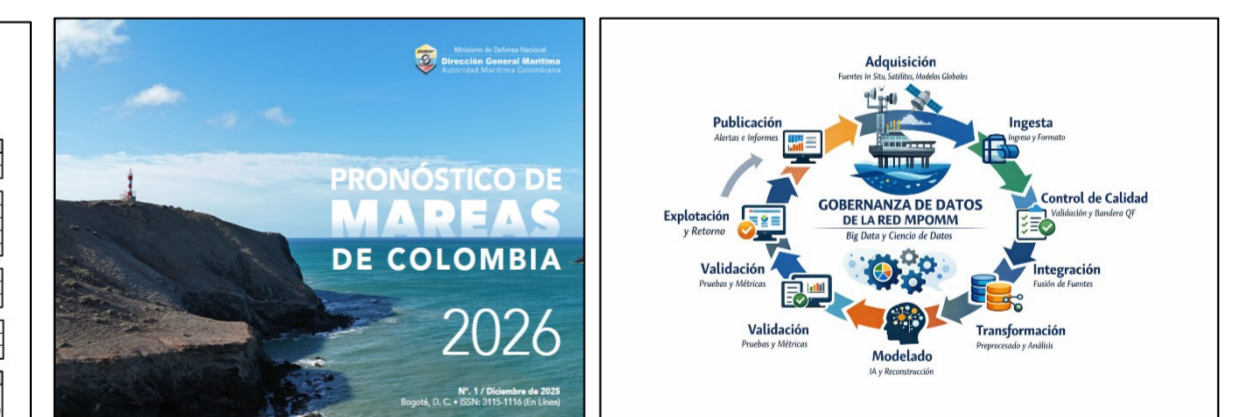
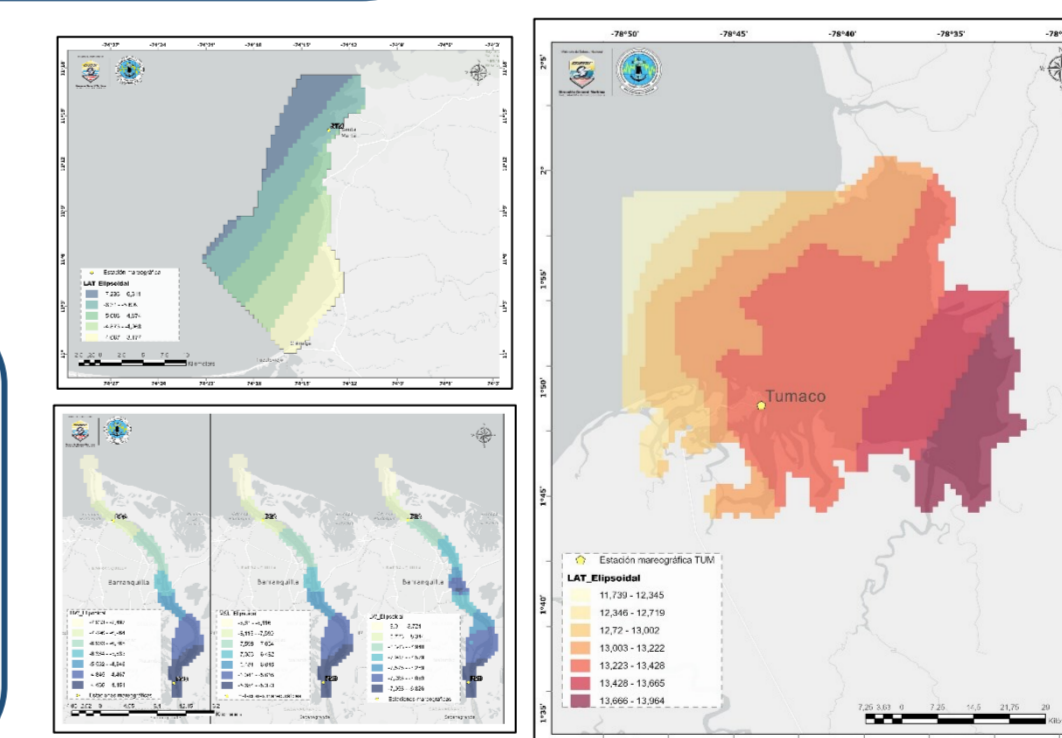
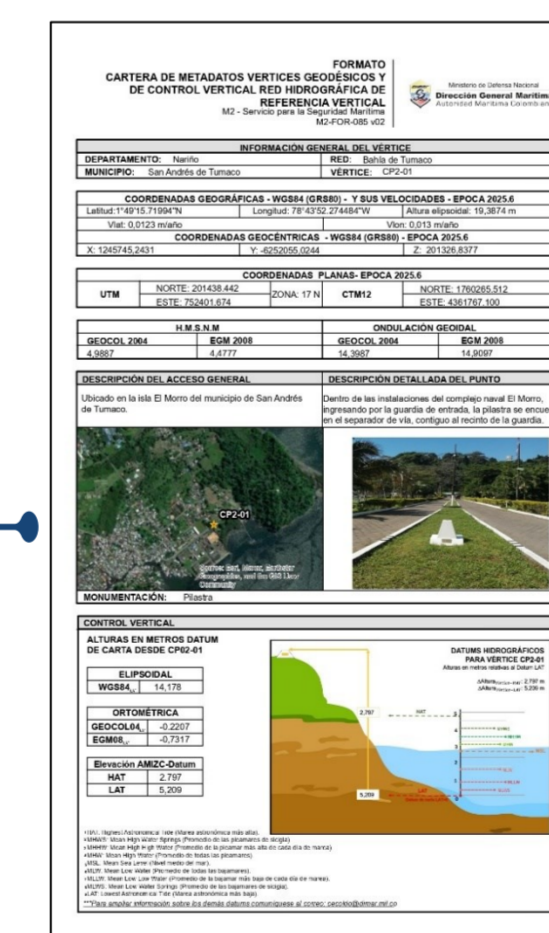
Efectuar la determinación matemática de los Datums de marea de Referencia Vertical Hidrográficos (HAT, HW, MHW, MHHW, MHS, MSL, MLW, MLLW, MLWS, LAT, LW), a partir de los datos históricos registrados por la infraestructura mareográfica de DIMAR.

## RESULTADOS



Red de vértices geodésicos, actualizada a inicios del año 2026 para las regiones Caribe y Pacífico. Proporciona información precisa de posicionamiento, incluyendo coordenadas geodésicas, alturas elipsoidales y valores de ondulación geoidal.

A partir de la información recopilada en campo mediante posicionamiento estático, conforme a las normativas establecidas por el IGAC, se generan certificados geodésicos que incluyen datos de posicionamiento. Asimismo, se incorpora un componente de control vertical en el que se evidencia la separación entre las alturas elipsoidales y los distintos datums mareográficos.



Desarrollo tecnológico automatizado para el procesamiento, control de calidad, almacenamiento y servicios web relacionados con datos de nivel del mar. Así como la generación de pronósticos de mareas anuales, bajo los estándares recomendados por la OHI.

Finalmente, con toda la información adquirida se pueden generar las superficies hidrográficas en archivos tipo raster con la información de cada datum que se generan para cada bahía que pertenece a la Red Vertical

## CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

- Colombia cuenta con la primera red nacional de referencia vertical hidrográfica, posicionando a DIMAR a la vanguardia de la investigación en nivel del mar.
- La red alinea al país con los estándares OHI (S-44, S-104), mejorando la confiabilidad de la cartografía náutica nacional y la seguridad marítima.
- Como trabajo futuro, se plantea la ampliación de la red mareográfica y geodésica a otros puertos y zonas costeras estratégicas de ambos litorales, fortaleciendo la cobertura nacional y la resolución espacial de los modelos de separación vertical.

## Referencias bibliográfica

- IGAC. (2004a). Adopción del marco geocéntrico nacional de referencia MAGNA-SIRGAS como datum oficial de Colombia, 775.
- International Hydrographic Organization. (2021). Standards for hydrographic surveys (S-44, Ed. 6.1.0). IHO. [https://iho.int/uploads/user/pubs/standards/s-44/S-44\\_Edition\\_6.1.0.pdf](https://iho.int/uploads/user/pubs/standards/s-44/S-44_Edition_6.1.0.pdf)
- International Organization. (2022). Universal hydrographic data model (S-100, Ed. 5.0.0). IHO. <https://iho.int/en/s-100-universal-hydrographic-data-model>
- Sánchez, L. (2003). Determinación de la superficie vertical de referencia para Colombia
- Santamaría Peña, J., & Sanz Méndez, T. (2005). *Manual de prácticas de topografía y cartografía*. doi:ISBN:84-689-4103-4
- Vega, S. M. de la. (2012). Superficie de proyección. El elipsoide. *De Topografía*.

## Datos de contacto

[jefcecp@dimar.mil.co](mailto:jefcecp@dimar.mil.co); [ramize@dimar.mil.co](mailto:ramize@dimar.mil.co); [rsomo@dimar.mil.co](mailto:rsomo@dimar.mil.co)

Ministerio de Defensa Nacional



Dirección General Marítima  
Autoridad Marítima Colombiana