

# Sistema Mundial de Observación del Océano: océanos de datos para las predicciones del sistema Tierra

por Sid Thurston, Programa Mundial de Monitoreo y Observación de los Océanos de la NOAA (Estados Unidos de América); Emma Heslop, UNESCO-COI; Toste Tanhua, GEOMAR – Centro Helmholtz de Investigación Oceánica de Kiel (Alemania); R. Venkatesan, Instituto Nacional de Tecnología Oceanográfica (India); y Mathieu Belbéoch, Victor Turpin, Martin Kramp y Long Jiang, todos ellos de OceanOPS (Francia)

---

*“Si le gusta su predicción meteorológica a 7 días vista, agrádecaselo a un oceanógrafo” – Craig McLean, jefe científico interino, Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA) de los Estados Unidos, Subcomité de Medioambiente del Comité de Ciencia, Espacio y Tecnología de la Cámara de Representantes, junio de 2021.*

---

El océano nos afecta a todos. Cubre más de dos tercios de la superficie de la Tierra y repercute en la vida cotidiana de las personas y en una amplia gama de sectores económicos, desde la agricultura y las actividades marinas y costeras hasta el turismo, la construcción y los seguros. Como componente clave del sistema climático, ejerce una influencia directa en los patrones meteorológicos en todo el mundo, también en áreas situadas a miles de kilómetros de la costa más cercana. Estas son solo algunas de las razones por las que el Sistema Mundial de Observación del Océano (GOOS) es fundamental para mejorar los productos y servicios de la Organización Meteorológica Mundial (OMM).

Las observaciones oceánicas son necesarias para que la OMM pueda cumplir su mandato de apoyar a sus Miembros a la hora de suministrar y utilizar información y servicios meteorológicos, climáticos, hidrológicos y medioambientales conexos de alta calidad y fiabilidad con el fin de mejorar el bienestar de todas las naciones. En particular, a medida que la sociedad se enfrenta a las consecuencias del cambio climático, se necesitarán más datos oceánicos para poder predecir mejor los fenómenos meteorológicos y climáticos extremos, como las sequías, las inundaciones, los incendios forestales, las olas de calor y los ciclones tropicales, y estar en condiciones de adaptarse de mejor forma a sus efectos.

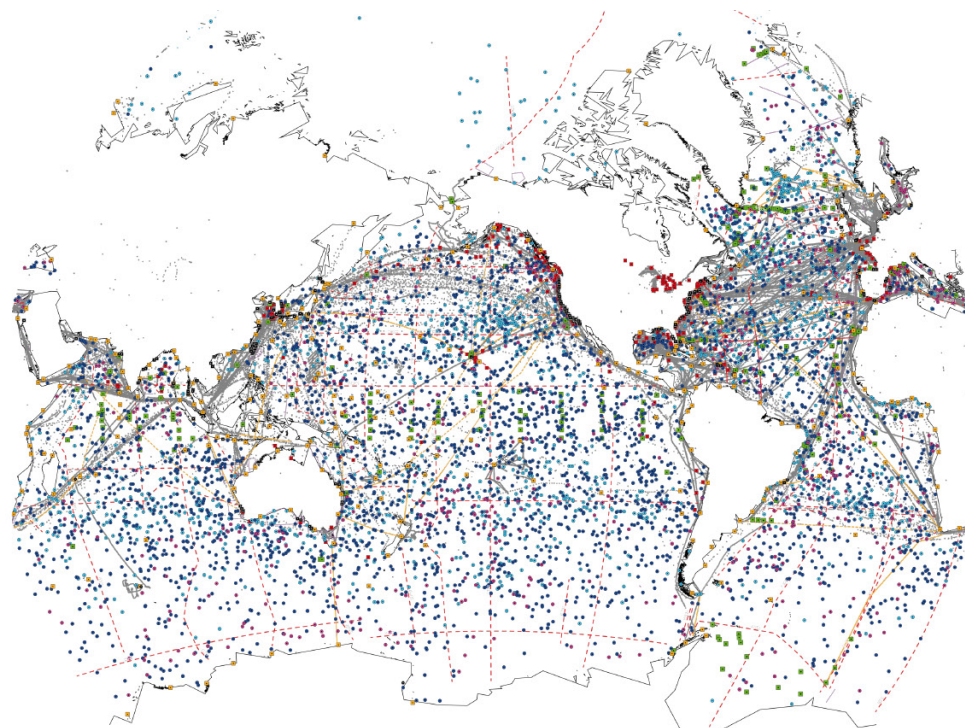
En las conclusiones del reciente informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, IE6<sup>1</sup>, agosto de 2021) se subrayó la importancia de los datos oceánicos. Los cambios observados en varios parámetros oceánicos que afectan a fenómenos como las olas de calor, la frecuencia de los huracanes y las

inundaciones ocupan un lugar destacado en el informe. Desde 1980, la temperatura de la superficie del mar se ha incrementado 0,6 grados Celsius (°C), contribuyendo así a un exceso de contenido calorífico en el océano, a olas de calor marinas cuya frecuencia prácticamente se ha duplicado (y que también se han vuelto más intensas), y al aumento del nivel del mar, mientras el hielo del Ártico disminuye. Antes de 2050, es probable que el océano Ártico esté prácticamente libre de hielo durante el mínimo estacional de hielo marino. La acidificación de los océanos se está elevando como resultado de la absorción de emisiones de dióxido de carbono y se está extendiendo hacia capas más profundas del océano, lo que impulsa cambios en la química del agua salada.

En el contexto actual, es difícil valorar en toda su magnitud la importancia del GOOS como sistema mundial para las observaciones sostenidas del océano. Copatrocinado por la OMM, la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y el Consejo Internacional de Ciencias (CIC), este programa dirige, apoya y coordina la observación oceánica sostenida a largo plazo para el clima, los servicios operativos y la salud de los océanos. Durante tres décadas, el GOOS ha coordinado las observaciones *in situ* a través de un amplio abanico de iniciativas, proyectos y sistemas de observación de los océanos en los ámbitos mundial, nacional y regional.

En la actualidad, la evolución e innovación del GOOS de acuerdo con el enfoque del sistema Tierra y con el Plan Estratégico de la OMM resulta fundamental para mejorar los servicios y productos meteorológicos, climáticos e hidrológicos de los Miembros de la OMM. Para respaldar los

1 [Sexto Informe de Evaluación](#) del Grupo de Trabajo I.



Consulte el cuadro de redes *in situ* para obtener más información sobre la leyenda del mapa. Fuente de datos de OceanOPS actualizada a junio de 2021: última localización de plataformas operativas (Argo, GCBD, AniBOS, VOS, ASAP); localización de plataformas fijas (GLOSS, radares HF, OceanSITES); líneas de referencia (GO-SHIP, SOOP); emplazamientos muestreados (planeadores oceánicos). Las líneas discontinuas para GO-SHIP y SOOP no se han muestreado después de los impactos de la COVID-19; los puntos para VOS y ASAP muestran las observaciones de mayo de 2021. El tamaño de los símbolos no está a escala, en el mapa se han exagerado en un orden de varios cientos de kilómetros para facilitar la lectura.

- |  |  |
|--|--|
|  Mediciones meteorológicas desde buques – SOT/VOS               |  Flotadores perfiladores – Argo                         |
|  Mediciones aerológicas desde buques – SOT/ASAP                 |  Transectos repetidos – GO-SHIP                         |
|  Mediciones oceanográficas desde buques – SOT/SOOP-XBT          |  Planeadores oceánicos                                  |
|  Medidores del nivel del mar – GLOSS                            |  Radares HF   |
|  Boyas a la deriva y polares – GCBD                             |  Flotadores biogeoquímicos y de profundidad – Argo      |
|  Boyas fijas – GCBD   |  Sensores oceánicos transportados por animales – AniBOS |
|  Emplazamientos de series temporales a largo plazo – OceanSITES |  |

*Estado actual del Sistema Mundial de Observación del Océano (GOOS).*

esfuerzos del GOOS por evolucionar e innovar, este artículo ofrece cinco recomendaciones que, si se llevan a cabo, no solo ayudarán al GOOS a adoptar el enfoque del sistema Tierra, sino que también acelerarán la integración de las observaciones oceánicas y el suministro de datos en las operaciones de la OMM a fin de mejorar las predicciones meteorológicas y climáticas, sobre todo por lo que se refiere a los fenómenos extremos.

1. Ampliar la Red Mundial Básica de Observaciones (GBON) de la OMM con un sistema mundial básico de observación de los océanos. Este sistema “básico” de observación de los océanos estaría diseñado para satisfacer las necesidades prioritarias en materia de observaciones e intercambio de datos de la OMM; para centrarse en mecanismos que permitan sostener su implementación; y para evolucionar de acuerdo con los condicionantes operativos y científicos.
2. Colaborar con el Codiseño de la observación de los océanos del GOOS y apoyarlo a fin de crear un sistema que se adapte a las necesidades de los servicios de la OMM; por ejemplo, elaborando un proyecto modelo que se centre en la utilización por parte de la OMM.
3. Adoptar los principios FAIR (facilidad de localización, accesibilidad, interoperabilidad y reutilización) para los

datos oceánicos, con objeto de adaptarse a la diversidad tanto de los sistemas de observación oceánica como de los sistemas de gestión de datos.

4. Mejorar la conexión, la cooperación y la coordinación entre los puntos de contacto apropiados de los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales (SMHN) y los coordinadores nacionales del GOOS.
5. Incrementar la cooperación y la coordinación entre las alianzas regionales del GOOS de la COI y las asociaciones regionales de la OMM para mejorar el diseño y la recopilación de observaciones oceánicas para las aplicaciones de la OMM.













































A partir de las contribuciones de un gran número de organizaciones y gobiernos, el GOOS ha ido creando gradualmente un extenso sistema mundial de observaciones oceánicas desde 1991, del que se benefician las naciones de todo el mundo. A lo largo de sus dos primeras décadas, el GOOS se centró más en el desarrollo para apoyar la climatología y servir como columna vertebral de la observación para los sistemas operativos de predicción. En 2012, su éxito, unido a la creciente preocupación por la salud de los océanos y la demanda de productos de información que ayuden a las naciones a gestionar sus economías oceánicas, impulsó el desarrollo del visionario Marco para la

Observación de los Océanos. Desde entonces, el GOOS ha liderado la implementación del citado Marco con el objetivo de servir a los usuarios en los sectores del clima, los servicios operativos y la salud de los océanos, prestando cada vez mayor atención a los mares costeros y regionales.

El GOOS ha trabajado de forma interactiva con la comunidad de observación de los océanos para definir tanto las variables oceánicas esenciales como las variables climáticas esenciales con arreglo a evaluaciones de viabilidad e impacto. Las observaciones tanto de unas como de otras son cruciales para ofrecer evaluaciones científicas del cambio climático y la salud del medioambiente, para posibilitar la

predicción medioambiental y la adaptación al cambio climático, y para apoyar una protección más eficaz de los ecosistemas (en el artículo 5 se analizan con más detalle las variables climáticas esenciales).

La sostenibilidad y la fiabilidad de la difusión de datos de variables oceánicas esenciales son de importancia capital para la prestación de servicios oceánicos. Las aproximadamente 30 variables de este tipo se distribuyen casi por igual entre los campos de la física, la biogeoquímica y la biología y los ecosistemas. Las variables climáticas esenciales físicas se identifican como “datos fundamentales” en el proyecto de resolución sobre la [Política Unificada de Datos](#) de la

	Implementación		Prestación de servicios por parte de la OMM			
	Estado <sup>1</sup>		Clima	Salud del océano <sup>2</sup>	Fenómenos meteorológicos extremos <sup>3</sup>	Predicción del tiempo
 Flotadores perfiladores – Argo Flotadores biogeoquímicos y de profundidad – Argo	★★★ Novedad					
 Boyas a la deriva y polares – GCBD	★★★					
 Boyas fijas – GCBD	★★★					
 Mediciones meteorológicas desde buques – SOT/VOS	★★★					
 Mediciones oceanográficas desde buques – SOT/SOOP.XBT	★★★					
 Mediciones aerológicas desde buques – SOT/ASAP	★★★					
 Medidores del nivel del mar –GLOSS	★★★					
 Sensores oceánicos transportados por animales – AniBOS	★★★ Novedad					
 Transectos repetidos – GO-SHIP	★★★					
 Emplazamientos de series temporales a largo plazo – OceanSITES	★★★					
 Radares HF	★★★ Novedad					
 Planeadores oceánicos	★★★ Novedad					

(1) Estado: situación actual frente al objetivo de la red.

(2) El área de salud del océano reagrupa las observaciones que apoyan la evaluación del estado biológico y geoquímico del océano.

(3) Los fenómenos meteorológicos extremos comprenden olas de calor, huracanes y crecidas.

**Flotadores perfiladores:** en la actualidad son una serie de 4 000 flotadores autónomos que perfilan el océano hasta 2 000 m para muestrear la temperatura y la salinidad con fines climáticos y en apoyo de las predicciones estacionales y de la evaluación del contenido calorífico del océano. / \* Están surgiendo misiones biogeoquímicas y en profundidad para ampliar la capacidad de los flotadores en profundidad (hasta 6 000 m) y las observaciones biogeoquímicas.

**Boyas a la deriva y polares:** conjunto de 1 500 boyas a la deriva que observan en superficie la presión atmosférica, la temperatura y las corrientes en los océanos del mundo y son indispensables para las predicciones meteorológicas globales y regionales.

**Boyas fijas:** red de alrededor de 400 boyas fijas que observan múltiples parámetros atmosféricos y oceanográficos, principalmente en zonas costeras y tropicales, para la predicción meteorológica regional y las operaciones oceánicas.

**Mediciones meteorológicas desde buques:** gran flota de buques de observación voluntaria que miden los parámetros meteorológicos marinos para el pronóstico del tiempo marino y la seguridad en el mar, los registros se remontan a 150 años y también se utilizan en la investigación climática.

**Mediciones oceanográficas desde buques:** el Programa de Buques de Observación Ocasional se centra en las mediciones que llevan a cabo los buques de observación voluntaria, como los perfiles de temperatura XBT hasta 1 000 m de profundidad, la temperatura de la superficie del mar, la salinidad y la pCO<sub>2</sub>, en transectos repetidos o líneas de referencia.

**Mediciones aerológicas desde buques:** el Programa Aerológico Automatizado a bordo de Buques (ASAP) recopila datos de perfiles en altitud para aplicaciones operativas y estudios climáticos globales, utilizando buques de observación voluntaria.

**Medidores del nivel del mar:** red de 290 estaciones de observación del nivel del mar que ofrecen respaldo tanto a las series temporales a largo plazo de alta calidad del nivel del mar para la investigación climática como a los avisos de condiciones peligrosas, a la vez que prestan apoyo a los usuarios operativos marinos.

**Sensores oceánicos transportados por animales:** red de instrumentos desplegados en animales marinos para proporcionar perfiles oceánicos de temperatura y salinidad, así como datos de comportamiento para una gestión sostenible.

**Transectos repetidos:** buques de investigación que proporcionan datos de alta calidad en todas las profundidades y anchuras del océano, para líneas de referencia que se repiten cada década. Constituyen el punto de referencia para la calibración de instrumentos, la realización de estudios climáticos (como los del ciclo del carbono) y la biogeoquímica marina, y alimentan muchas aplicaciones científicas.

OMM, lo que significa que los Miembros las intercambiarán; mientras que el resto de las variables climáticas esenciales asociadas a la biogeoquímica y a la biología y los ecosistemas se clasifican como “datos recomendados” y, como tales, los Miembros deberían intercambiarlas para apoyar los esfuerzos de monitoreo y predicción del sistema Tierra.

En la actualidad, el Grupo de Coordinación de Observaciones (OCG) del GOOS, junto con el Centro Conjunto de la OMM y la COI de Apoyo a los Programas de Observaciones Oceanográficas y de Meteorología Marina In Situ (OceanOPS), fortalecen y coordinan las actividades a través de 12 redes mundiales de observación de los océanos. Esta empresa enormemente compleja incluye casi 10 000 plataformas de observación operativas, todas ellas dedicadas a suministrar los datos disponibles de manera gratuita, y con la calidad y frecuencia adecuadas para las aplicaciones de los usuarios. Entre los datos de observación figuran variables atmosféricas medidas sobre el océano (como la presión y la temperatura de la superficie del mar, la humedad y la fuerza del viento) de cada región oceánica, incluidas las áreas menos muestreadas, como los polos y el océano austral. Estas 12 redes globales y complementarias de observación de los océanos son operadas por más de 80 países e incluyen buques, tanto científicos como mercantes, instrumentos móviles de superficie y subsuperficie, y plataformas fijas.

Un equipo de coordinación técnica de OceanOPS apoya la implementación del sistema mundial a través de la integración y armonización de los metadatos, esto es, la información básica sobre los datos que facilita su búsqueda y utilización. Esta gestión de los metadatos permite realizar un seguimiento exacto de la actividad de observación oceánica mundial en curso y garantiza que los datos y los metadatos se puedan suministrar a las partes interesadas.

Por otro lado, el OCG del GOOS apoya el sistema mundial al trabajar con las 12 redes internacionales de observación del océano para diseñar estrategias comunes en ocho áreas, entre las que figuran la gestión de datos, las mejores prácticas, las métricas, el desarrollo de capacidad y las necesidades. Estas estrategias comunes permiten fortalecer las 12 redes, ayudan a orientar el crecimiento del sistema y propician la implementación multiplataforma.

Los organismos regionales también participan en la gestión del GOOS. Las alianzas regionales del GOOS (GRA), creadas por el Consejo de Regiones del GOOS en 1994, tienen el mandato de conectar “el nivel mundial al regional y al nacional.” El proceso de reforma de la OMM allanó el camino a través de la nueva Junta Mixta de Colaboración OMM-COI para que estas alianzas regionales y las asociaciones regionales de la OMM trabajen juntas en las cuestiones comunes que conectan los océanos con la meteorología.

Un comentario sobre las observaciones satelitales: si bien este documento se centra en el componente de observación *in situ* de los océanos, también es importante reconocer el

impacto de las inversiones muy cuantiosas llevadas a cabo en materia de observación de los océanos desde el espacio. Desde el lanzamiento de los primeros satélites de observación de la Tierra a finales de la década de 1970, ha habido un tremendo desarrollo de los datos oceánicos obtenidos mediante teledetección, desde la altimetría, el color del océano y la temperatura de la superficie del mar hasta la salinidad. No se puede subestimar la importancia de los datos de teledetección para los servicios oceánicos, sobre todo porque pueden llenar las lagunas del sistema de observación *in situ*. Por ejemplo, los datos de teledetección de la clorofila y la temperatura se utilizan para llenar los vacíos en las escasas observaciones de CO<sub>2</sub> oceánico y así alcanzar la cobertura necesaria para estimar los flujos globales de CO<sub>2</sub>.

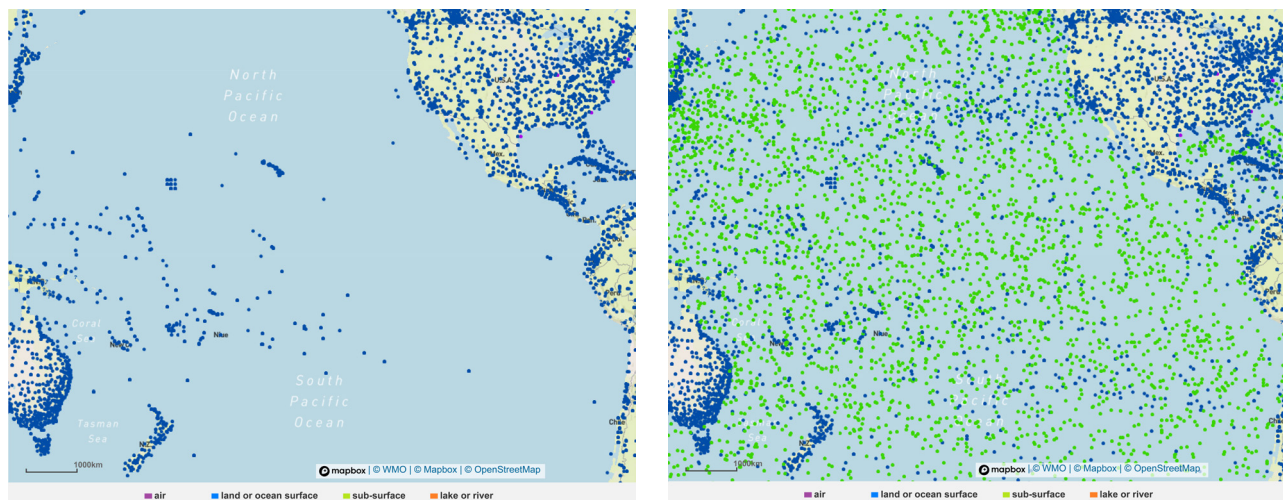
Un objetivo fundamental del GOOS es que los datos oceánicos se suministren de manera eficiente —es decir, con la latencia y la calidad adecuadas, con una cantidad suficiente de metadatos e, idealmente, adhiriéndose a los principios FAIR (facilidad de localización, accesibilidad, interoperabilidad y reutilización)— a los servicios y los usuarios que los necesiten, gratuitamente y de forma abiertamente disponible. Esto no es una tarea fácil. El sistema de observación de los océanos es diverso, con una amplia gama de actores que suministran datos a un gran conjunto de portales de datos diseñados para diferentes propósitos. Aunque los principios FAIR constituyen, esencialmente, una condición previa que los servicios operativos de la OMM deben cumplir, todavía no se aplican de forma extendida en muchos de los flujos de datos oceánicos, en particular en los datos en modo diferido. Como respuesta a esta circunstancia, uno de los 11 objetivos estratégicos de la Estrategia para 2030 del GOOS exige que los datos oceánicos sean conformes a los principios FAIR.

El suministro eficiente de datos del GOOS supone un objetivo fundamental que no se puede alcanzar sin contar con un sistema de gestión de datos que funcione sin problemas y esté debidamente conectado y financiado. Para respaldar un sistema de gestión de datos de este tipo, el GOOS se basa en la cooperación con el Intercambio Internacional de Datos e Información Oceanográficos (IODE) y el Sistema de Datos e Información Oceanográficos (ODIS), así como con el Sistema de Información de la OMM (WIS). En particular, el desarrollo de la versión 2.0 del WIS (véase el artículo 4) ofrece un gran potencial para mejorar radicalmente la difusión de datos oceánicos a un grupo de usuarios cada vez mayor.

## Retos y oportunidades

El GOOS se enfrenta actualmente a una serie de desafíos y oportunidades que lo empujan a innovar y evolucionar. Para mejorar los servicios y productos meteorológicos, climáticos e hidrológicos de los Miembros de la OMM es fundamental resolver estos problemas de manera que los sistemas de observación de los océanos se integren en un enfoque de sistema Tierra en consonancia con el Plan Estratégico de la OMM.



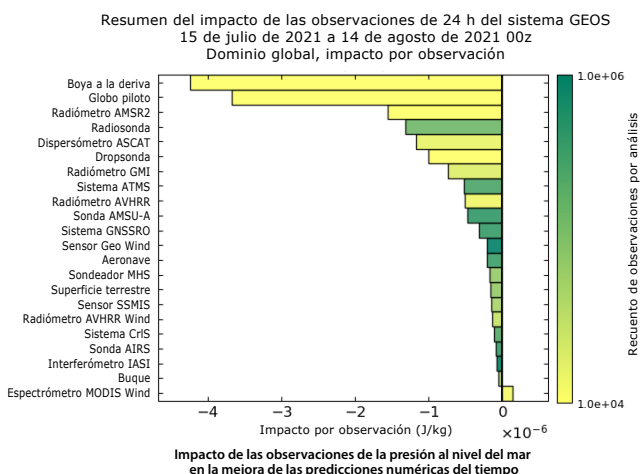


**Mapas de superficie de la Herramienta OSCAR de la OMM sin y con observaciones oceánicas del GOOS**

*Aunque la Herramienta de Análisis y Examen de la Capacidad de los Sistemas de Observación de la OMM (OSCAR) requiere observaciones de superficie, dos tercios de la superficie terrestre quedan sin cubrir si no se incluyen los datos oceánicos. La ampliación de la red GBO para que incorpore las observaciones oceánicas es el camino que debe seguirse a fin de mejorar los servicios climáticos y meteorológicos para salvar vidas y proteger bienes y medios de subsistencia. En esta figura —la región tropical del océano Pacífico en la que se produce El Niño— resulta obvia la necesidad de incluir datos oceánicos en un sistema unificado: los puntos verdes en el gráfico derecho son observaciones oceánicas.*

Un desafío importante tanto para los proveedores de las observaciones oceánicas como para sus usuarios consiste en determinar qué esfuerzos realmente deben mantenerse de manera continua y, luego, establecer un compromiso de financiación sostenida y apoyo operativo a los mismos. Para responder a este reto, es necesario ampliar y crear asociaciones en materia de observación de los océanos, así como analizar el desarrollo de un sistema mundial básico de observación de los océanos.

Los sistemas de observación oceánica experimentales o los basados en misiones se justifican normalmente durante un período concreto para abordar un problema de investigación o para satisfacer una necesidad específica. Sin embargo, ha habido una tendencia a depender de sistemas financiados por la investigación que llenan un vacío determinado, con respecto a la medición o la cobertura, y a considerarlos como sistemas operativos de hecho. El número de actores en el espacio de la observación del océano impulsa esta diversidad de aplicaciones y una demanda (creciente), y viceversa, contribuyendo así a la riqueza de las observaciones que, si se comparten, agregan valor a muchos otros dominios. Pero esta diversidad también puede conducir a la falta de un enfoque coordinado en las prioridades de observación de los océanos, sobre todo a nivel nacional, donde se origina en gran medida la financiación y donde la competencia por los recursos es abundante. Además, el uso continuo de la financiación de la investigación para respaldar los sistemas operativos de hecho supone una carga para la comunidad científica, ya que esos fondos no están disponibles para nuevas investigaciones.



*Las observaciones in situ de la presión al nivel del mar realizadas por las boyas a la deriva en la superficie del océano son extremadamente valiosas para fijar el campo de la presión mundial en superficie y contribuyen significativamente a la calidad de la predicción numérica del tiempo. El análisis del impacto de las observaciones en la sensibilidad de las predicciones (gráfico) indica que las boyas a la deriva que miden la presión al nivel del mar proporcionan la mayor contribución por observación a la calidad de las predicciones.*

No existe una fórmula mágica que proporcione nueva financiación a las observaciones oceánicas para respaldar la transición a las operaciones. Sin embargo, el establecimiento de vínculos más estrechos entre los organismos nacionales afiliados a la OMM y las instituciones afiliadas a la COI podría generar beneficios mutuos en términos de mayor colaboración, más eficiencia y reducción de duplicidades. Además, es preciso elaborar un proceso, herramientas y una infraestructura abiertas para coordinar los requisitos de los usuarios y clasificarlos según su orden de prioridad, así como para evaluar la capacidad del sistema con el fin de que el

suministro de productos se lleve a cabo de forma independiente de la plataforma. Una delimitación más clara de aquellos elementos de los sistemas mundiales de observación de los océanos (y, por extensión, de los sistemas regionales y nacionales) que podrían constituir un sistema básico e irreductible de observación oceánica contribuiría a una mejor toma de decisiones por parte de las entidades que lideran el desarrollo de los sistemas de observación. Estas últimas (por ejemplo, los operadores de satélites) buscan asegurar compromisos de financiación continuos para operarlos y mantenerlos a largo plazo y (a menudo) para compartir libremente los datos con la comunidad mundial. Su trabajo de recaudación de fondos y desarrollo debería basarse en las variables oceánicas esenciales y en otras prioridades en materia de datos oceánicos determinadas, así como en iniciativas que ya están en curso.

Tanto el GOOS como la asociación OMM-COI abarcan toda la gama de aplicaciones de las observaciones oceánicas; es decir, desde la comprensión, modelización y predicción del estado y la estructura de los océanos con el fin de gestionar mejor las amenazas, los peligros, la productividad y la sostenibilidad del medioambiente oceánico, hasta la comprensión del papel que desempeñan los océanos como parte integral del sistema Tierra en general, en todas las escalas de tiempo.

Este amplio abanico de aplicaciones significa que tanto las observaciones oceánicas sostenidas y continuas como las basadas en misiones son necesarias (tal y como se describe en la Estrategia para 2030 del GOOS). Una vez más, sin embargo, sería útil establecer algunas prioridades. Debería analizarse la formalización de un enfoque escalonado del sistema de observación de los océanos que tenga como componente fundamental un sistema mundial básico de observación oceánica, que estaría diseñado para satisfacer las necesidades prioritarias de observación e intercambio de datos, que evolucionaría e innovaría de acuerdo con los condicionantes operativos y científicos, y que se centraría en mecanismos que permitieran una implementación sostenida.

Abordar las barreras relacionadas con la soberanía nacional de los mares es otra consideración importante a la hora de diseñar y poner en marcha un sistema mundial de observación de los océanos. En el taller "[Ocean-Safe](#)", impulsado por la OMM en 2019, se destacó la importancia de facilitar el acceso a las zonas económicas exclusivas (ZEE), en particular para realizar y compartir mediciones subsuperficiales críticas para aplicaciones operativas como la predicción del tiempo y la seguridad de la vida en el mar. El programa Argo es la fuente más abundante de observaciones de subsuperficie y ha facilitado el acceso a los instrumentos desplegados en alta mar que se desplazan hacia una ZEE, pero no a aquellos desplegados directamente en una ZEE, lo que inevitablemente limita su cobertura de datos a escala mundial. Las solicitudes bilaterales de autorización para llevar a cabo estudios científicos marinos, que deben presentarse seis meses antes de las operaciones, en la actualidad no se atienden en su

mayoría, y resultan poco factibles en el caso de los instrumentos autónomos desplegados por un amplio abanico de fuentes multinacionales, incluso de terceros. Debe facilitarse la realización de estas observaciones críticas, algo que podría hacerse basándose en el esquema de notificaciones de Argo para garantizar la transparencia a los Estados costeros.

Al mismo tiempo, se avecina una serie de oportunidades, entre las que destaca la Política Unificada de Datos de la OMM. Esta actualización sustancial de la política de datos de la Organización brinda una oportunidad única a la comunidad de la investigación oceánica en la medida que le proporcionaría un acceso gratuito y sin restricciones mucho más amplio a datos de fuentes no tradicionales (por ejemplo, datos meteorológicos, atmosféricos y criosféricos) que influyen en los servicios oceánicos y en la investigación a través de aplicaciones como la modelización acoplada. Además, el acceso a las herramientas del Sistema Mundial Integrado de Sistemas de Observación de la OMM (WIGOS) y el WIS potenciará las capacidades de localización, la normalización, el uso de identificadores de estación y el intercambio de datos, en beneficio de los objetivos tanto de la OMM como de la comunidad de observación de los océanos. La Política Unificada de Datos de la OMM también dará lugar a un mayor reconocimiento de los proveedores de datos mediante la atribución de datos de investigación utilizados con fines operativos. Por último, la política revisada también tiene el potencial de influir en las políticas nacionales, facilitando así el intercambio interinstitucional y la coordinación de los datos oceánicos a nivel nacional.

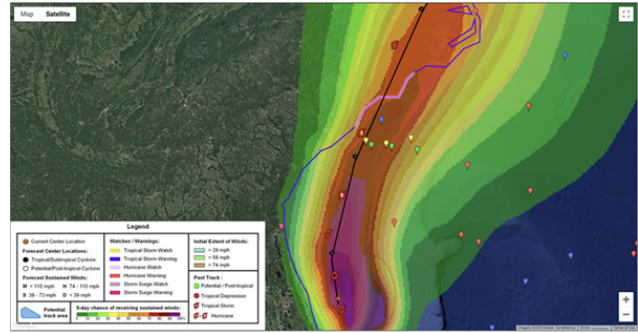
Además, proyectos de vanguardia como OpenGTS ofrecen la oportunidad de mejorar el acceso a los datos meteorológicos y oceánicos gratuitos. Estos proyectos pondrán de relieve los beneficios de adoptar un enfoque integrado y colaborativo en áreas estratégicas como el acceso a datos abiertos, la predicción meteorológica y oceánica, y las alertas medioambientales. El plan de ejecución de la versión 2.0 del WIS hizo suyo OpenGTS como [proyecto de demostración](#) que abarca actividades que pueden beneficiar a la comunidad de la OMM para lograr un acceso a los datos más amplio y exhaustivo.

Han surgido varias oportunidades adicionales a través de otros proyectos internacionales de gestión de datos. Con el fin de optimizar la diversidad de la financiación y de atender las necesidades de los organismos de observación oceánica, el GOOS está participando en muchas otras iniciativas internacionales de gestión de datos que buscan armonizar la gestión de datos y metadatos a nivel internacional, así como desarrollar una estrategia global y un plan unificado de ejecución. El OCG, OceanOPS, el IODE y la OMM juegan un papel en esta tarea. Esta capacidad de coordinación estratégica está respaldada por la infraestructura del GOOS y ya ha demostrado ser fructífera y eficiente. Cabe destacar, en particular, el proyecto OceanBestPractices, cuyo objetivo es mejorar la captación de observaciones, así como de datos y metadatos.

### Logros prácticos que ayudan a mejorar los servicios

Las observaciones de los océanos son fundamentales para lograr que los países estén **listos para el tiempo y preparados para el clima**. A continuación, varios ejemplos ponen de manifiesto cómo se utilizan, o podrían utilizarse, los datos oceánicos para conseguir predicciones meteorológicas más exactas.

- Las observaciones de la presión al nivel del mar tomadas por boyas a la deriva son esenciales para las predicciones numéricas del tiempo (PNT) emitidas por organismos meteorológicos de todo el mundo.
- El **Programa de Actualización de Barómetros** del Grupo de Cooperación sobre Boyas de Acopio de Datos (GCBD), con el apoyo del Programa Mundial de Boyas a la Deriva de la NOAA, permite a los usuarios de la comunidad meteorológica medir la presión atmosférica al nivel del mar en sus áreas de interés; los usuarios simplemente pagan el costo incremental de añadir un puerto barométrico y un sensor de presión a una boya a la deriva estándar.
- Se ha avanzado en la predicción de fenómenos extremos utilizando datos oceánicos. Múltiples tipos de estaciones de observación oceánica (boyas a la deriva, planeadores oceánicos, flotadores Argo y boyas fijas) recopilan datos oceánicos a lo largo de las trayectorias previstas de ciclones tropicales para su asimilación en tiempo real en los modelos de PNT.
- Desde 2020, los huracanes del Atlántico norte brindan casos reales a la NOAA, lo que permite a este organismo

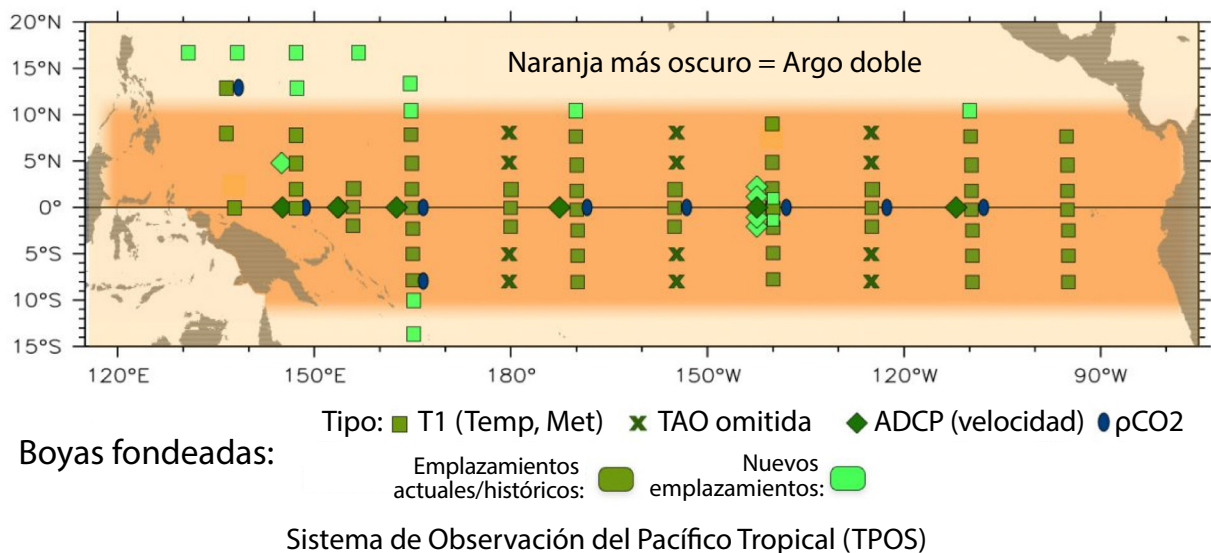


Las iniciativas de la NOAA para mejorar las predicciones de la intensidad de los huracanes se aplicaron en agosto de 2020 al huracán Isaias al desplegar in situ planeadores, boyas a la deriva y flotadores Argo.

evaluar el componente oceánico del flujo completo de datos de predicción de huracanes de extremo a extremo.

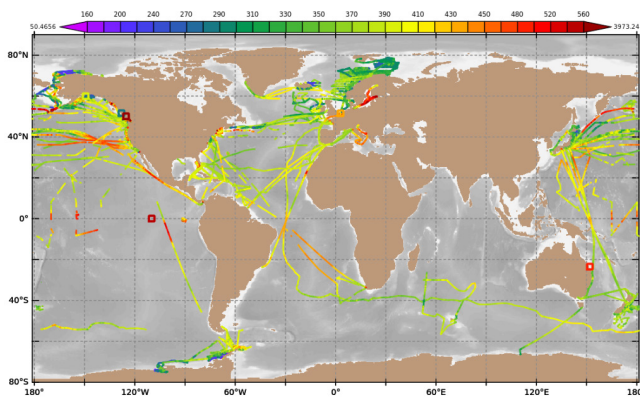
- De manera similar, el Departamento de Meteorología de la India (IMD), en colaboración con el Instituto Nacional de Tecnología Oceanográfica de la India, está suministrando observaciones de series temporales provenientes de una red de boyas de datos fijas para ayudar a mejorar las predicciones de la trayectoria y la intensidad de los ciclones. Las observaciones de la temperatura subsuperficial del océano realizadas con una frecuencia elevada son extremadamente útiles para estimar con exactitud el contenido calorífico de la capa superior del océano y para comprender el papel que este juega en la intensificación de los ciclones tropicales.

### Propuesta de reconfiguración del TPOS 2020



El TPOS es un sistema multinacional de observación meteorológica y oceánica diseñado para realizar mediciones en el océano subsuperficial y superficial y en la atmósfera que abarca el Pacífico tropical desde 10° S hasta 10° N aproximadamente. El sistema TPOS busca acelerar los avances en materia de tecnología, comprender y predecir la variabilidad del Pacífico tropical, e informar a las instancias normativas y beneficiar a la sociedad.





El Atlas del CO<sub>2</sub> en el Océano Superficial (SOCAT) es un producto de síntesis de las observaciones de fCO<sub>2</sub> (fugacidad del dióxido de carbono) en el océano superficial con control de calidad.

- El Sistema de Observación del Pacífico Tropical (TPOS) se está actualizando a fin de convertirlo en un sistema de observación atmosférica y oceánica diseñado conjuntamente en apoyo de los estudios de las teleconexiones atmosféricas (es decir, de la forma en que las anomalías climáticas se relacionan entre sí a grandes distancias) y de la predicción operativa.

En cuanto al clima, los datos oceánicos son esenciales para que las predicciones sean eficaces, pero todavía siguen sin subsanarse importantes carencias en materia de datos. El nivel de dióxido de carbono en la atmósfera ha aumentado aproximadamente un 50 % desde la época preindustrial; este es el principal impulsor del cambio climático. El océano ha absorbido aproximadamente el 45 % de las emisiones acumuladas procedentes de la quema de combustibles fósiles. Es fundamental monitorear de cerca el flujo de CO<sub>2</sub> entre el océano y la atmósfera y las tasas de acumulación de carbono en el océano interior. Sin embargo, existen grandes lagunas en las observaciones que se necesitan, debido sobre todo a la gran variabilidad estacional en el CO<sub>2</sub> de la superficie del océano, y los esfuerzos en materia de observación hoy en día solo cuentan con una débil coordinación. Actualmente, los datos sobre el carbono oceánico están disponibles principalmente a través de productos de datos impulsados por comunidades: el Atlas del CO<sub>2</sub> en el Océano Superficial (SOCAT) se centra en los datos de carbono superficial, mientras que el Proyecto Mundial de Análisis de Datos Oceánicos (GLODAP) proporciona datos sobre el carbono del océano interior.

El denominador común del éxito y el progreso en los ejemplos anteriores es la colaboración entre institutos oceánicos y organismos meteorológicos. Estos logros no serían posibles si no existiesen asociaciones de carácter técnico, operativo, financiero y político. La cooperación entre las comunidades atmosférica y oceanográfica a todos los niveles constituye un requisito previo para el éxito de cualquier esfuerzo por mejorar los servicios meteorológicos y climáticos.

## Codiseño de la observación de los océanos

Se necesitan más observaciones del océano, pero también es preciso asegurarse de que la financiación se emplea de manera inteligente y de que se establecen prioridades claras para futuras inversiones en observaciones oceánicas. Acabar con la cultura de “compartimentos estancos” entre institutos oceánicos y organismos meteorológicos resulta fundamental para conseguir el mayor impacto posible de las inversiones y para abogar eficazmente por las observaciones oceánicas al más alto nivel político. También acelerará la integración de las observaciones oceánicas y el suministro de datos en las operaciones de la OMM, ayudando así a los Miembros a mejorar las predicciones meteorológicas y climáticas, especialmente en el caso de los fenómenos extremos.

Un avance prometedor es el *Codiseño de la observación de los océanos* del GOOS, uno de los programas respaldados por la *Década de los Océanos* de las Naciones Unidas. Con este proceso se trata de lograr la participación de los institutos oceánicos y los organismos meteorológicos en el establecimiento conjunto del proceso, la infraestructura y las herramientas necesarios para desarrollar un sistema de observación oceánica verdaderamente integrado.

El Codiseño de la observación de los océanos del GOOS desarrollará un proceso que se centrará más en el usuario para diseñar y poner en marcha una amplia gama de observaciones oceánicas mediante la integración con las comunidades de modelización, predicción y servicios. El codiseño de un sistema de observación oceánica adaptado a la OMM requerirá que los expertos de la Organización trabajen en estrecha colaboración con los colegas del GOOS en cada paso de la correspondiente cadena de valor. Para evaluar las observaciones necesarias y obtener las mejores predicciones de la OMM se seleccionan proyectos modelo, como la predicción de fenómenos extremos o la contabilización del carbono.

La Política Unificada de Datos de la OMM puede influir en las políticas nacionales que abrirán el intercambio interinstitucional y la coordinación de los datos oceánicos en el ámbito nacional. Al combinarse con las inversiones y asociaciones del Servicio de Financiación de Observaciones Sistemáticas (SOFF), ahora se podrán aumentar por primera vez las observaciones oceánicas existentes en la GBON para incluir los dos tercios restantes de la superficie terrestre. El diseño, la inversión y la promoción conjuntos ayudarán a desarrollar la capacidad adecuada de observación de los océanos a fin de suministrar las predicciones climáticas y meteorológicas necesarias para respaldar la toma de decisiones a corto y largo plazo en el contexto del cambio climático.