



Segundo Reporte 2019 Resumen Ejecutivo

tpos2020.org

Segundo Reporte de TPOS 2020

Mayo 2019

Coordinating Lead Authors: William S. Kessler¹, Susan E. Wijffels², Sophie Cravatte³ and Neville Smith⁴

Autores Coordinadores Principales: William S. Kessler¹, Susan E. Wijffels², Sophie Cravatte³ and Neville Smith⁴

Lead Authors: Arun Kumar⁵, Yosuke Fujii⁶, William Large⁷, Yuhei Takaya⁸, Harry Hendon⁹, Stephen G. Penny¹⁰, Adrienne Sutton¹, Peter Strutton¹¹, Richard Feely¹, Shinya Kouketsu¹², Sayaka Yasunaka¹², Yolande Serra¹³, Boris Dewitte^{3,14}, Ken Takahashi¹⁵, Yan Xue⁵, Ivonne Montes¹⁶, Carol Anne Clayson², Meghan F. Cronin¹, J. Thomas Farrar², Tong Lee¹⁷, Shayne McGregor¹⁸, Xiangzhou Song¹⁹, Janet Sprintall²⁰, Andrew T. Wittenberg²¹, Weidong Yu²², Kentaro Ando¹², Florent Gasparin²³, Dean Roemmich²⁰, Jessica Masich¹, Kevin O'Brien^{1,13}, David Legler²⁴, Iwao Ueki¹², E. Robert Kursinski²⁵, Katherine Hill²⁶, Kim Cobb²⁷, Larry O'Neill²⁸, Lucia Upchurch^{1,13}, Shelby Brunner²⁴

Autores Principales: Arun Kumar⁵, Yosuke Fujii⁶, William Large⁷, Yuhei Takaya⁸, Harry Hendon⁹, Stephen G. Penny¹⁰, Adrienne Sutton¹, Peter Strutton¹¹, Richard Feely¹, Shinya Kouketsu¹², Sayaka Yasunaka¹², Yolande Serra¹³, Boris Dewitte^{3,14}, Ken Takahashi¹⁵, Yan Xue⁵, Ivonne Montes¹⁶, Carol Anne Clayson², Meghan F. Cronin¹, J. Thomas Farrar², Tong Lee¹⁷, Shayne McGregor¹⁸, Xiangzhou Song¹⁹, Janet Sprintall²⁰, Andrew T. Wittenberg²¹, Weidong Yu²², Kentaro Ando¹², Florent Gasparin²³, Dean Roemmich²⁰, Jessica Masich¹, Kevin O'Brien^{1,13}, David Legler²⁴, Iwao Ueki¹², E. Robert Kursinski²⁵, Katherine Hill²⁶, Kim Cobb²⁷, Larry O'Neill²⁸, Lucia Upchurch^{1,13}, Shelby Brunner²⁴

Translation provided by: Jennifer Herrera and Ana Lara-Lopez

Traducción al español proporcionada por: Jennifer Herrera and Ana Lara-Lopez

See Appendix C for the complete list of authors, contributors and reviewers. Affiliations for authors listed above appear on the next page. Authors above are listed in chapter order.

Vea el Apéndice C para la lista completa de autores, colaboradores y revisores. Las afiliaciones para los autores mencionados anteriormente aparecen en la página siguiente. Los autores anteriores se enumeran en el orden de los capítulos.

This report is GOOS-234, PMEL contribution number 4911 and a JISAO contribution.

Este informe es GOOS-234, contribución PMEL número 4911 y una contribución JISAO.

Please use the following citation for the full report:

Por favor, utilice la siguiente formato para citar el informe completo:

Kessler, W.S., S. E. Wijffels, S. Cravatte, N. Smith, and Lead Authors, 2019: Second Report of TPOS 2020. GOOS-234, 265 pp. [Available online at <http://tpos2020.org/second-report/>.]

Citation for the Executive Summary only:

Por favor, utilice la siguiente formato para citar únicamente el resumen ejecutivo:

Kessler, W.S., S. E. Wijffels, S. Cravatte, N. Smith, and Lead Authors, 2019: Executive Summary. Second Report of TPOS 2020. GOOS-234, pp. i-xiv [Available online at <http://tpos2020.org/second-report/>.]

Affiliations

- ¹ Pacific Marine Environmental Laboratory, NOAA, Seattle, WA, USA
- ² Department of Physical Oceanography, Woods Hole Oceanographic Institution, Woods Hole, MA, USA
- ³ LEGOS, Université de Toulouse, IRD, CNES, CNRS, UPS, Toulouse, France
- ⁴ GODAE Ocean Services, Canterbury, Australia
- ⁵ Climate Prediction Center, National Centers for Environmental Prediction, NOAA, USA
- ⁶ Oceanography and Geochemistry Research Department, MRI/JMA, Tsukuba, Japan
- ⁷ National Center for Atmospheric Research (NCAR), Boulder, CO, USA
- ⁸ Climate Research Department, MRI/JMA, Tsukuba, Japan
- ⁹ Bureau of Meteorology, Melbourne, Australia
- ¹⁰ Department of Atmospheric and Oceanic Science, University of Maryland, College Park, MD, USA
- ^{11a} ARC Centre of Excellence for Climate Extremes, University of Tasmania, Hobart, Tasmania, Australia
- ^{11b} Institute for Marine and Antarctic Studies, University of Tasmania, Hobart, Tasmania, Australia
- ¹² JAMSTEC, Yokosuka Research Institute for Global Change, Yokosuka, Japan
- ¹³ Joint Institute for the Study of the Atmosphere and Ocean, University of Washington, Seattle, WA, USA
- ^{14a} Centro de Estudios Avanzado en Zonas Áridas (CEAZA), Coquimbo, Chile
- ^{14b} Departamento de Biología, Facultad de Ciencias del Mar, Universidad Católica del Norte, Coquimbo, Chile
- ^{14c} Millennium Nucleus for Ecology and Sustainable Management of Oceanic Islands (ESMOI), Coquimbo, Chile
- ¹⁵ Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, Lima, Peru
- ¹⁶ Instituto Geofísico del Peru, Lima, Peru
- ¹⁷ JPL, California Institute of Technology, Pasadena, CA, USA
- ¹⁸ School of Earth Atmosphere & Environment, Monash University, Clayton, Australia
- ¹⁹ Ocean University of China, Physical Oceanography Laboratory, Qingdao, China
- ²⁰ Scripps Institution of Oceanography, University of California San Diego, La Jolla, CA, USA
- ²¹ Seasonal to Decadal Variability and Predictability Division, NOAA/GFDL, Princeton, NJ, USA
- ²² National Marine Environmental Forecasting Center/FIO, SOA, Qingdao, China
- ²³ Mercator-Ocean, Ramonville St-Agne, Toulouse, France
- ²⁴ Ocean Observing and Monitoring Division, NOAA, Silver Spring, MD, USA
- ²⁵ University of Arizona, Tucson, AZ, USA
- ²⁶ Global Climate Observing System and Global Ocean Observing System, World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland
- ²⁷ Georgia Institute of Technology, Atlanta GA USA
- ²⁸ CEOAS, Oregon State University, Corvallis, OR, USA

Resumen Ejecutivo

This Second Report of the Tropical Pacific Observing System 2020 Project (TPOS 2020¹) builds on the analysis and conclusions of the First Report, informed by new evidence and/or fresh perspectives on priorities. The report provides further elaboration and refinement of the recommendations and updated or new actions where appropriate, together with additional detail and recommendations in areas not covered in the initial report. Recommendations for a redesigned moored array, that remained fuzzy in the First Report, are now detailed.

El Segundo Reporte del Proyecto de Sistema de Observación del Pacífico Tropical 2020 (TPOS 2020¹) está basado en el análisis y las conclusiones del Primer Reporte, e informado por nueva evidencia y nuevas perspectivas con respecto a las prioridades del proyecto. Este reporte proporciona una mayor elaboración y refinamiento de las recomendaciones anteriores y una actualización de las acciones previas o nuevas acciones, según corresponda. Además, incluye recomendaciones y detalles adicionales en áreas no incluidas en el primer reporte. Las recomendaciones para el diseño de anclaje de las boyas de observación están mejor definidas en este reporte.

This Second Report provides a major revision and more comprehensive update for two of the major foci of TPOS 2020, biogeochemical and ecosystem Backbone observations and the eastern Pacific. The western Pacific was revisited in the TPOS OceanObs'19 community white paper and this report includes an analysis of requirements arising from the complex scale interactions from weather to climate over the western Pacific Ocean. Additional consideration of air-sea fluxes and the planetary boundary layers in the tropical Pacific are also included in this report.

Este segundo reporte proporciona una revisión y actualización más exhaustiva de dos de los principales focos de TPOS 2020, el de observaciones Base de biogeoquímica y de ecosistemas y observaciones del Pacífico oriental. La revisión de las observaciones en el Pacífico occidental se llevó a cabo en el libro blanco de la comunidad de TPOS publicado para la conferencia de OceanObs'19, e incluye un análisis de los requisitos derivados de las complejas interacciones a diferentes escalas entre meteorología y clima en el Océano Pacífico occidental. El informe también considera los flujos aire-mar y las capas límite planetarias en el Pacífico tropical.

TPOS 2020 sponsors specifically requested further consideration of requirements arising from monsoon and subseasonal timescales; severe storms and any special ocean observing requirements; observations related to Indo-Pacific exchanges; and any requirements emerging from the new class of coupled numerical weather prediction models. This report, supported by the Community White Paper on the TPOS published for OceanObs'19 (Smith et al., 2019;

¹ “TPOS” alone refers to the observing system; “TPOS 2020” refers to the project.

“TPOS” solo se refiere al sistema de observación; “TPOS 2020” se refiere al proyecto.

hereafter TPOS OceanObs'19), represents a substantial, but not yet complete, response to this charge.

Los patrocinadores de TPOS 2020 solicitaron específicamente una consideración mas extensa de los requisitos a escalas de monzones y subestaciones; tormentas severas y otros requisitos especiales para la observación del océano; observaciones relacionadas con los intercambios del Indo-Pacífico; y requisitos adicionales que surjan de la nueva clase de modelos acoplados de predicciones meteorológicas. Este informe, respaldado por el libro blanco de la comunidad de TPOS publicado para la conferencia OceanObs'19 (Smith et al., 2019; en adelante TPOS OceanObs'19), representa una respuesta sustancial, pero aún no completa, a este cargo.

New Areas of Review

Three new topics are reviewed in this Second Report:

- coupled models for subseasonal to interannual predictions;
- observational requirements for coupled weather and subseasonal timescales; and
- TPOS data flow and access (see later in this Summary).

All three areas were touched on in the First Report but here we provide a deeper review and associated recommendations and actions.

Revisión de nuevas áreas

El Segundo Reporte examinó tres temas nuevos: revisó

- *modelos acoplados para predicciones subestacionales a interanuales;*
- *requisitos de observación para escalas subestacionales de meteorología y clima acopladas; y*
- *acceso y flujo de datos de TPOS (ver más adelante en este Resumen).*

Aunque estas tres áreas fueron tratadas en el Primer Reporte, en este Segundo Reporte se proporciona una revisión más profunda con recomendaciones y acciones asociadas.

Coupled models for subseasonal to interannual predictions

The review is based on a survey of operational seasonal-to-interannual prediction centers; a US CLIVAR workshop aimed at bridging the knowledge gap between sustained observations and data assimilation for TPOS 2020, including consideration of the models that underlie that process; and the published literature. The First Report noted there is an urgent need to improve the skill, effectiveness and efficacy of the modeling systems that are critical to realizing the impact of an improved TPOS. This report provides further analysis of the main systematic errors but finds that translating that information into model developments to reduce biases has proven difficult and that systematic approaches are not in place. [2.3, 2.4, 2.5]²

Modelos acoplados para predicciones subestacionales a interanuales.

La revisión se basa en información proveniente de una encuesta a centros operativos para la predicción estacional a interanual; un taller de CLIVAR de EE.UU. enfocado en cerrar la

² Unless indicated otherwise, the references are to sections in the Second Report.

Salvo que se indique lo contrario, las referencias se refieren a secciones del Segundo Informe.

brecha de conocimiento entre las observaciones sostenidas y la asimilación de datos para TPOS 2020, incluyendo la consideración de modelos que forman la base de ese proceso; y en la literatura publicada. En el Primer Reporte se señaló que existe una necesidad urgente de mejorar la habilidad, efectividad y eficacia de los sistemas de modelado críticos para la consecución del impacto potencial de un TPOS mejorado. Este reporte proporciona un análisis adicional de los errores sistemáticos principales. Sin embargo, considera que ha resultado difícil el uso de esta información para reducir los sesgos en el desarrollo de modelos y que no hay estrategias sistematicas establecidas. [2.3, 2.4, 2.5]²

We propose building from the experiences of the numerical weather prediction community and the Coupled Model Intercomparison Project (CMIP) to establish such a systematic approach, with a regular cycle of three parallel lines of development: (a) an agreed community-planned set of experiments; (b) studies based on a set of common diagnostics and metrics; and (c) a series of process studies to bridge the observations and modeling communities. [**Action 2.1**; 2.7]

Proponemos que a partir de las experiencias de la comunidad de predicción meteorológica y del Proyecto de Intercomparación de Modelos Acoplados (CMIP), se establezca una metodología sistemática, con un ciclo regular en tres líneas de desarrollo paralelas: (a) un conjunto de experimentos planeados y acordados por la comunidad ; (b) estudios basados en una serie de diagnósticos y métricas comunes; y (c) una serie de estudios de procesos oceánicos que unan a las comunidades de observaciones y modelaje. [Acción 2.1; 2.7]

The community survey indicated a cycle of around five years might be workable, with a timetable for planning, commitment, execution and publication, and concluded by an independent assessment of progress. This report concludes that without such a commitment to a systematic process, the seasonal-to-interannual prediction community may never realize its full potential, nor that of TPOS observations. [2.7]

Recommendation 2.1. Establish a systematic and planned cycle of work among the participants in seasonal prediction, including (i) a planned and systematic cycle of experimentation; (ii) a coordinated set of process and/or case studies, and (iii) routine and regular real-time and offline system evaluation. An independent assessment should occur across all elements every five years. [2.7]

La encuesta hecha a la comunidad de predicción meteorológica indicó que un ciclo de alrededor de cinco años puede ser viable, si se cuenta con un programa para planificación, participación, ejecución y publicación, y que concluya con una evaluación independiente del progreso. Este reporte concluye que sin un compromiso con dicho proceso sistemático, la comunidad de predicción estacional a interanual no podrá desarrollar su pleno potencial, ni tampoco el de las observaciones de TPOS. [2.7]

Recomendación 2.1. Establecer un ciclo de trabajo sistemático y planificado entre la comunidad de predicción estacional, que incluya (i) un ciclo de experimentación planificado y sistemático; (ii) un conjunto coordinado de procesos y / o estudios de caso, y (iii) una rutina regular de evaluación del sistema en tiempo real y fuera de línea. Una evaluación independiente de todos los elementos debe llevarse a cabo cada cinco años. [2.7]

We provide two additional recommendations to promote innovative observing system sensitivity experiments and reanalyses to guide the evolution of the observing system.

Recommendation 2.2. Increase support for observing system sensitivity and simulation experiments to identify observations that constrain models most effectively and have high impact on forecasts. Correspondingly, development of infrastructure for exchanging information about data utilization and analysis increments should be supported. [First Report; 3.3.3.2, 6.1.6]

Recommendation 2.3. Increase support for the validation and reprocessing of ocean and atmospheric reanalyses; conduct TPOS regional reanalyses and data reprocessing to guide observing system refinement and to enhance the value of TPOS data records. [2.7]

Ofrecemos dos recomendaciones adicionales para promover experimentos innovadores de sensibilidad del sistema de observación y reanálisis que puedan guiar la evolución del sistema de observación.

Recomendación 2.2. Aumentar el apoyo a los experimentos de sensibilidad de sistemas de observaciones y experimentos de simulación para identificar las observaciones mas precisas que limiten los modelos más efectivamente y que tengan un alto impacto en los pronósticos. Aunado a esto, se debe respaldar el desarrollo de una infraestructura para el intercambio de información sobre la utilización de datos y los incrementos de análisis. [Primer reporte; 3.3.3.2, 6.1.6]

Recomendación 2.3. Aumentar el apoyo para la validación y el reprocesamiento de reanálisis oceánicos y atmosféricos; llevar a cabo los reanálisis regionales de TPOS y el reprocesamiento de datos para guiar el refinamiento del sistema de observación y mejorar la utilidad de los registros de datos de TPOS. [2.7]

Observational requirements of coupled weather and subseasonal prediction

The science around coupled weather and subseasonal prediction is advancing rapidly and several recent publications have reviewed progress and considered ocean observation needs in a general way. Key processes include heat and water fluxes in and between the atmospheric and oceanic boundary layers. At a general level, the First Report included a trend toward requirements with enhanced spatial resolution and finer temporal resolution, specifically to capture features such as fronts and the diurnal cycle and to avoid aliasing in air-sea flux estimates [First Report; Chapter 3]. The conclusion drawn in this report is that further research is required before we can be more specific or detailed in terms of essential variable spatiotemporal requirements; such research is underway. [**Recommendation 3.3**]

Requerimientos observacionales de predicciones meteorológicas y subestacionales acopladas

La ciencia relacionada con la predicción acoplada meteorológica y subestacional está avanzando rápidamente y varias publicaciones recientes han revisado el progreso y han considerado cuales son las necesidades de observación del océano de forma general. Los procesos clave incluyen los flujos de calor y flujos de agua dentro y entre las capas límitefres atmosféricas-oceánicas. El Primer Reporte incluyó, a nivel general, una tendencia hacia

requisitos con mayor resolución espacial y con resolución temporal más fina, específicamente para capturar características como frentes y el ciclo diurno y para evitar errores en la estimación de los flujos aire-mar [Primer Reporte; Capítulo 3]. La conclusión a la que se llegó en este reporte es que se requiere aún más investigación antes de poder detallar o especificar los requisitos espaciotemporales de las variables esenciales; esta investigación está en marcha. [Recomendación 3.3]

Two process studies are supported, one focused on the eastern edge of the west Pacific warm pool, and the other on equatorial upwelling and mixing.

Observations of sea surface temperature and salinity must be complemented by observations of near-surface winds, ocean surface waves, surface currents and vertical structure in the ocean mixed layer if we are to constrain/initialize processes in models on monthly and shorter timescales. The high temporal resolution of the Tropical Moored Buoy Array (TMA) and the move toward measuring more complete flux variables aligns with such needs and we conclude will almost certainly benefit coupled data assimilation and coupled model development.

Se están apoyando dos estudios de procesos, uno enfocado en el borde oriental del charco cálido del Pacífico occidental y el otro enfocado en la zonas ecuatoriales de surgencia y mezcla.

Las observaciones de temperatura y salinidad de la superficie marina deben complementarse con observaciones de vientos cercanos a la superficie, olas y corrientes superficiales, y de la estructura vertical de la capa de mezcla oceánica si queremos restringir / inicializar los procesos en los modelos a escalas de tiempo mensual o más cortas. La alta resolución temporal del Arreglo Tropical de Boyas Ancladas (ATBA) y el avance en mediciones más complejas de las variables de flujo se alinean a estas necesidades, y concluimos que beneficiará a la asimilación de datos conectados y al desarrollo de modelos acoplados.

The following recommendations would advance these goals:

Recommendation 3.1. Where feasible and practical, promote observing approaches that jointly measure the ocean and marine boundary layers, and air-sea flux variables, principally to support model development, as well as testing and validation of data assimilation methods and systems. [3.3.3.1, 3.3.3.2, 7.2.1.1]

Recommendation 3.2. Encourage and promote process studies that will improve the representation of key processes and allow further testing of the ability for observations to constrain the coupled system; to address biases in observations and models; and to improve CDA observation error estimates. [3.2, 3.3.1, 3.3.2].

Las siguientes recomendaciones ayudaran a alcanzar estos objetivos:

Recomendación 3.1: *Cuando sea factible y práctico, promover observaciones enfocadas a medir conjuntamente el océano y las capas límite marinas, y las variables de flujo aire-mar, particularmente para respaldar el desarrollo del modelos, así como para probar y validar los métodos y sistemas de asimilación de datos. [3.3.3.1, 3.3.3.2, 7.2.1.1]*

Recomendación 3.2. *Estimular y promover estudios de técnicas que mejoren la representación de procesos clave y que permitan reevaluar la capacidad de las observaciones para restringir los sistemas de acoplados, abordar sesgos en las*

observaciones y modelos; y mejorar las estimaciones de error en la observación en la asimilación de datos acoplados (CDA). [3.2, 3.3.1, 3.3.2]

The international Subseasonal-to-Seasonal project hindcast and real-time database is supporting research and model development. Studies on initialization of an intraseasonally-varying ocean are being supported, including sensitivity to ocean observation, and provide insight on common errors that need to be addressed. One subproject aims to provide ocean outputs from the forecast models for analysis.

Recommendation 3.1. Promote and engage with the Working Group on Numerical Experimentation-WCRP Subseasonal-to-Seasonal subproject on Ocean Initialization and Configuration. [3.4]

La base de datos en tiempo real y de la predicción retrospectiva del proyecto internacional Estacional a Subestacional, apoya la investigación y desarrollo de modelos. Actualmente se están apoyando estudios sobre la inicialización de modelos de variación temporal oceánica, incluyendo su susceptibilidad a observaciones marinas, y así proporcionar información sobre errores comunes que se deben resolver. Un subproyecto tiene como objetivo proporcionar los resultados oceánicos de los modelos de pronóstico para su análisis.

Recomendación 3.1. Promover y colaborar en el subproyecto de inicialización y configuración del océano con el Grupo de Trabajo del Subproyecto de Experimentación Numérica-WCRP Subestacional a Estacional [3.4]

Requirements: The First Report Reprised and Extended
Requisitos: El Primer Reporte se retoma y se extiende

Biogeochemical and ecosystem Backbone observations
Observaciones base principales de biogeoquímica y ecosistemas

We report on further refinement of biogeochemical (BGC) and ecosystem observational requirements, including estimates of critical time and space scales, and the implications for the Backbone. Key processes that drive variability in biogeochemistry and ecosystem and thus determine biogeochemical requirements are: (i) the response to long-term climate change; (ii) seasonal to decadal variability of the tropical Pacific biological pump; (iii) seasonal to decadal variability of the tropical Pacific CO₂ flux and implications for the global carbon cycle; (iv) the upper ocean carbon budget, including carbon export below the mixed layer and sources of anthropogenic carbon for upwelled water; and (v) volume and nutrient fluxes into the Equatorial Undercurrent.

Reportamos un mayor refinamiento a los requisitos de observación biogeoquímica (BGC) y de ecosistemas, incluyendo las estimaciones a escalas críticas de tiempo y espacio, y las implicaciones para la Base Principal (Backbone). Los procesos clave que dictan la variabilidad en biogeoquímica y en ecosistemas y que por lo tanto, determinan los requisitos biogeoquímicos son: (i) la respuesta al cambio climático a largo plazo; (ii) variabilidad estacional a decenal de la bomba biológica del Pacífico tropical; (iii) variabilidad estacional a decenal del flujo de CO₂ en el Pacífico tropical e implicaciones para el ciclo global del carbono; (iv) el “presupuesto” de

carbono de la superficie oceánica, incluyendo la exportación de carbono por debajo de la capa de mezcla y las fuentes de carbono antropogénico para aguas afloradas; y (v) flujos de volumen y nutrientes en la Corriente Inferior Ecuatorial.

This phenomenological basis permits an analysis of relevant biogeochemical Essential Ocean Variable (EOV) measurements, including for oxygen, nutrients (e.g., nitrate, phosphate and silicate), inorganic carbon, particles, chlorophyll and transient tracers. We considered new analyses of space and time decorrelation scales of some of these variables which may allow characterization of seasonal to interannual variability, including for oxygen minimum zones.

Esta base fenomenológica permite analizar las mediciones biogeoquímicas pertinentes de las variables oceánicas esenciales (EOV), incluidas las de oxígeno, nutrientes (p. ej., nitrato, fosfato y silicato), carbono inorgánico, partículas, clorofila y trazadores de tránsito. Se consideraron nuevos análisis considerando la correlación de las escalas espacial y temporal de algunas de estas variables que pueden permitir caracterizar la variabilidad estacional a interanual, incluso para las zonas mínimas de oxígeno.

These advances, along with TPOS 2020 pilot projects (Saildrone® and BGC-Argo) and further input from the community have led to refinement and extension of the conclusions from the First Report. The main points are:

Estos avances, junto con los proyectos piloto TPOS 2020 (Saildrone® y BGC-Argo) y otras aportaciones de la comunidad han llevado a perfeccionar y ampliar las conclusiones del primer informe. Los puntos principales son:

- Maintain and extend the $p\text{CO}_2$ climate record [4.3.1; First Report, Rec. 12; **Action 7.6**]
- Address the broader goals of the Biogeochemical Argo community through 31 BGC-Argo float deployments per year in the 10°N to 10°S band.

Recommendation 4.1. TPOS 2020 recommends a target of 124 BGC-Argo floats with biogeochemical sensors (specifically nitrate, dissolved oxygen, pH, chlorophyll fluorescence, particulate backscatter and downwelling irradiance) for the 10°N-10°S band. [4.3, 4.4]

- *Mantener y ampliar el registro del clima $p\text{CO}_2$ [4.3.1; Primer informe, Rec. 12; **Acción 7.6**]*
- *Abordar los objetivos más amplios de la comunidad biogeoquímica de Argo a través de 31 despliegues de flotadores BGC-Argo por año en la banda entre los 10°N a los 10°S.*

Recomendación 4.1. TPOS 2020 recomienda un objetivo de 124 BGC-Argo flotadores con sensores biogeoquímicos (específicamente para nitrato, oxígeno disuelto, pH, fluorescencia de clorofila, retrodispersión de partículas e irradiancia de aguas abajo) para la banda entre los 10°N a los 10°S. [4.3, 4.4]

- Re-institute conductivity-temperature-depth sensors (CTD) and bottle sampling on mooring servicing cruises - CTDs should be performed to 1000 m along each TMA line.

Recommendation 4.2. TPOS 2020 recommends CTDs with dissolved oxygen and optical sensors (chlorophyll fluorescence, particulate backscatter, transmissometer) and water samples (at a minimum for chlorophyll and nutrients) should be performed to 1000 m along each TMA line by servicing cruises, at every degree of latitude between 8°N and 8°S and every 0.5° between 2°N and 2°S at a frequency of at least once per year. Twice per year sampling is optimal and could be augmented by GO-SHIP and other ships of opportunity. [4.3.2, 4.4; **Recommendation 7.3**]

- *Re-instalar los sensores de conductividad-temperatura-profundidad (CTD) y las botellas de muestro en los cruceros de fondeo – las mediciones CTDs deben realizarse a 1000 m a lo largo de cada línea tropical de amarre (TMA).*

Recomendación 4.2 TPOS 2020 recomienda CTDs con oxígeno disuelto y sensores ópticos (fluorescencia de clorofila, retrodispersión de partículas, transmisómetro) y muestras de agua, como mínimo para clorofila y nutrientes) debe realizarse a 1000 m a lo largo de cada línea TMA mediante el servicio de cruceros, en cada grado de latitud en la banda entre 8°N y 8°S y cada medio grado de latitud en la banda entre 2°N y 2°S a una frecuencia de al menos una vez al año. El muestreo dos veces al año es óptimo y podría aumentarse con el GO-SHIP y otros buques de oportunidad. [4.3.2, 4.4; **Recomendación 7.3**]

- Continued coverage of satellite ocean color and CO₂ observations [4.2.5, 4.3.1, First Report, Rec. 13]
- Develop a coordinated and long-term observation strategy for the low-latitude western boundary current region [4.4, 7.4.5.1; TPOS OceanObs'19]
- Continue pilot studies for technology development to expand autonomous capabilities – especially for Oxygen Minimum Zones [4.3, 9.2.5, 9.2.3]
- Promote process studies to understand the impact of El Niño and long-term change on carbon export and ecosystems [4.1.1, 4.3, 4.4]

- *Continuar mediante cobertura satelital las observaciones del color de los océanos y del CO₂ [4.2.5, 4.3.1, primer informe, Rec. 13]*
- *Desarrollar una estrategia de observación coordinada a largo plazo para la región de la corriente fronteriza occidental de baja-latitud [4.4, 7.4.5.1; TPOS OceanObs'19]*
- *Continuar los estudios piloto de desarrollo tecnológico para ampliar las capacidades autónomas – especialmente para las zonas mínimas de oxígeno [4.3, 9.2.5, 9.2.3]*
- *Promover estudios de los procesos naturales para comprender el impacto de El Niño y el cambio a largo plazo en la exportación de carbono y los ecosistemas [4.1.1, 4.3, 4.4]*

Eastern Pacific observing system

The eastern Pacific region has high societal impact and is among the most problematic for climate modeling, as oceanic processes, low-cloud physics, and tropical deep convection have complex interactions in this region. The sharp property gradients of the eastern Pacific form a key distinction from the rest of the basin and a major challenge to both observing and modeling. The Second Report revisits the phenomenological basis and requirements of the region, including the coastal waveguide, and extends the discussion of atmospheric processes and observations to the extent they are relevant for an integrated approach to the TPOS. We map a course for addressing outstanding science questions through both engagement with regional efforts, as well as pilot and process studies.

Sistema de observación del Pacífico oriental

La región del Pacífico oriental tiene un alto impacto social y es una de las más problemáticas para la modelación del clima, ya que los procesos oceánicos, la física de la nubes bajas y la convección profunda tropical tienen interacciones complejas en esa región. Los pronunciados gradientes de propiedad del Pacífico oriental constituyen una distinción fundamental con respecto al resto de la cuenca y un gran desafío para la observación y la modelización. En el segundo informe se revisan las bases y necesidades fenomenológicas de la región, incluida la guía de ondas costeras, y se amplía el debate sobre los procesos y observaciones atmosféricos en la medida en que sean pertinentes para un enfoque integrado del sistema de control de la competencia. Planificamos un curso para abordar las cuestiones científicas pendientes a través de la participación en los esfuerzos regionales, así como los estudios piloto y de procesos.

The following provide the overarching scientific motivation for an eastern Pacific observing system:

- Monitoring and predicting the El Niño-Southern Oscillation, including the evolution in understanding of tropical instability waves, the influence of Tropical Atlantic SST, and the nature and spread of convection in the region;
- Understanding and addressing ocean model biases, including Kelvin wave dissipation processes, systematic errors in the vicinity of upwelling and the equatorial thermocline, and modelling of interaction with coastal upwelling dynamics;
- Understanding atmospheric and coupled model biases through a focused effort to better observe cold tongue and Inter-tropical Convergence Zone dynamics and associated cloud feedbacks, including the atmospheric thermodynamic and dynamic vertical structure; and
- Oxygen minimum zone dynamics and equatorial and coastal upwelling that brings cold nutrient-rich waters toward the surface resulting in phytoplanktonic blooms (see also the biogeochemistry discussion above).

Los siguientes elementos proporcionan la motivación científica general para un sistema de observación del Pacífico oriental:

- *Monitorear y predecir la interacción con El Niño-Oscilación del Sur, incluyendo la evolución en la comprensión de las ondas de inestabilidad tropical, la influencia de la temperatura superficial oceánica del Atlántico tropical, y la naturaleza y propagación de la convección en la región;*

- *Comprender y abordar los sesgos de los modelos oceánicos, incluyendo los procesos de disipación de ondas Kelvin, los errores sistemáticos en las proximidades de las corrientes ascendentes y la termoclina ecuatorial, así como elaborar modelos de interacción con las dinámicas de las subidas costeras;*
- *Comprensión de los sesgos atmosféricos y de los modelos acoplados mediante un esfuerzo concentrado para observar mejor la dinámica de la lengua fría y la zona de convergencia intertropical y las interacciones con las nubes asociadas, incluida la estructura vertical termodinámica y dinámica atmosférica, y*
- *La dinámica de la zona mínima de oxígeno y afloramiento ecuatorial costero que traen las aguas frías ricas en nutrientes hacia la superficie resultando en floraciones fitoplanctónicas (véase también la discusión biogeoquímica arriba).*

Recommendation 5.1. The existing TMA line along 95°W should be maintained and updated to full-flux sites. [7.3.1]

Recommendation 5.2. Increase Argo density for the eastern Pacific as soon as possible. A coordination of South American countries to execute the doubling of Argo will be required. [**Recommendation 4.1** and **Action 7.9**].

Recomendación 5.1. La línea TMA existente a lo largo del paralelo 95°W debe mantenerse y actualizarse hacia los sitios de flujo completo. [7.3.1]

Recomendación 5.2. Aumentar la densidad de Argo para el Pacífico oriental lo antes posible. Será necesaria una coordinación de los países sudamericanos para ejecutar la duplicación de Argo. [**Recomendación 4.1** y **Acción 7.9**].

TPOS 2020 reaffirms its support for pilot projects to evolve and strengthen observing capability in the region. The equatorial-coastal waveguide and upwelling system (**Action 5.2**) and Intertropical Convergence Zone/cold tongue/stratus system (**Action 5.3**) pilot studies are reaffirmed as high priority. A third pilot on atmospheric monitoring from eastern Pacific islands is recommended to test our ability to monitor: (a) vertical profiles of atmospheric winds, temperature and moisture variability; (b) surface conditions in the near-offshore region; and (c) atmospheric vertical structure and cloud radiative forcing in the core stratus deck region (**Action 5.4**).

*TPOS 2020 reafirma su apoyo a los proyectos piloto para desarrollar y fortalecer la capacidad de observación en la región. Se reafirma la alta prioridad de los estudios piloto de la guía ecuatorial de ondas costeras y el sistema de elevación (**Acción 5.2**) y el del sistema zona de convergencia intertropical/lengua fría/estrato (**Acción 5.3**). Se recomienda un tercer estudio piloto en el monitoreo atmosférico de las islas del Pacífico oriental para probar nuestra capacidad de monitorear: (a) perfiles verticales de vientos atmosféricos, temperatura y variabilidad de humedad; (b) condiciones superficiales en la región cercana a la costa; y (c) la estructura vertical atmosférica y el forzamiento radiativo en la región del estrato central. (**Acción 5.4**).*

One of the motivations for revisiting the eastern Pacific in this report was to enable and generate greater regional activity. Several opportunities are identified, including (a) enhanced data sharing

and cooperation, to include improved transmission and quality of data, using regional mechanisms where appropriate, (b) direct participation in profiling float enhancements, (c) participation in a regional reanalysis project that would better resolve processes and fields relevant to Eastern Pacific stakeholders, and (d) assistance to establish collaborative frameworks so that greater regional value could be obtained from their observing efforts (**Action 5.1**). [5.2]

*Una de las motivaciones para revisar el Pacífico oriental en este informe fue promover y generar una mayor actividad regional. Se identifican varias oportunidades, entre ellas (a) una mejora del intercambio y la cooperación de datos, para incluir la mejora de la transmisión y la calidad de los mismos, utilizando mecanismos regionales cuando proceda, (b) la participación directa en las mejoras de las características de las boyas, (c) participación en un proyecto regional de análisis que resuelva mejor los procesos y las esferas pertinentes para las partes interesadas del Pacífico oriental, y (d) asistencia para establecer marcos de cooperación a fin de obtener un mayor valor regional de los esfuerzos de observación (**Acción 5.1**). [5.2]*

Recommendation 5.3. A pilot study along 95°W installing dissolved oxygen sensors to 200 m and an ADCP is recommended at the equator, with additional dissolved oxygen and current sensors on 2°N and 2°S if at all possible. [5.1.4]

Recommendation 5.4. TPOS 2020 recommends planning and execution of a reanalysis project for the eastern Pacific, making use of past and current data sets, as well as hydrographic sections between the Galapagos Islands and the coast. This reanalysis effort should include high-resolution regional atmospheric products that resolve important coastal winds, and ensembles for estimating uncertainty. [5.2]

Recomendación 5.3 *Se recomienda en el Ecuador un estudio piloto a lo largo del paralelo 95°W instalando sensores de oxígeno disuelto a 200 m y un perfilador de corriente doppler acústico (ADCP), con oxígeno disuelto adicional y sensores de corriente en la banada entre 2°N y 2°S si es posible. [5.1.4]*

Recomendación 5.4. *TPOS 2020 recomienda la planificación y ejecución de un proyecto de reanálisis para el Pacífico oriental, utilizando conjuntos de datos pasados y actuales, así como secciones hidrográficas entre las Islas Galápagos y la costa. Este esfuerzo de análisis debería incluir productos atmosféricos regionales de alta resolución con capacidad para monitorear los importantes vientos costeros, que en conjunto puedan estimar la incertidumbre-. [5.2]*

TPOS 2020 strongly encourages stakeholders to advocate for and support an eastern Pacific focus for the United Nations Decade of Ocean Science for Sustainable Development (2021-2030), given the benefits will be relatively large for this region (**Action 5.5**).

*TPOS 2020 insta energicamente a las partes interesadas a que promuevan y apoyen un enfoque del Pacífico oriental en el marco del Decenio de las Naciones Unidas dedicado a la Ciencia Oceánica para el Desarrollo Sostenible (2021-2030), dado que los beneficios serán relativamente grandes para esta región (**Acción 5.5**).*

Tropical Pacific decadal variability and long-term trends

Variabilidad en un decenio del Pacífico tropical y tendencias a largo plazo

Consultations after the publication of the First Report strongly encouraged TPOS 2020 to revisit the requirements arising from decadal variability, long-term climate trends and the climate record. This report provides a comprehensive update, including a review of historical studies of decadal variability; implications from global climate change and other external-forcing for tropical Pacific climate; and an analysis of modeled and observed past changes in the El Niño-Southern Oscillation and potential future changes. [6.1.2-6.1.5]

En las consultas celebradas después de la publicación del primer informe se alentó enérgicamente al TPOS 2020 a que volviese a examinar los requisitos derivados de la variabilidad del decenio, las tendencias climáticas a largo plazo y el historial climático. Este reporte proporciona una actualización completa, incluyendo un examen de los estudios históricos de la variabilidad ocurrida en una década; implicaciones del cambio climático global y de otras fuerzas externas para el clima tropical del Pacífico; y un análisis de los cambios pasados y observados en el patrón climático El Niño-Oscilación del Sur y los posibles cambios futuros. [6.1.2-6.1.5]

Key findings include the need for better observational constraints for estimates of surface heat fluxes, and for improved understanding of the subsurface circulation, thermal structure, and heat budget of the upper ocean along the equator; and the need for sustained reliable observations and reanalyses of both the on- and off-equatorial winds and air-sea fluxes. Long-term sustained monitoring and high-quality reanalyses are highlighted as priorities. [6.1.6] We also discuss the potential role of TPOS for better calibrating and understanding paleo-proxy data records, a topic that should be considered for the coming years.

Las principales conclusiones incluyen la necesidad de mejores limitaciones de observación para las estimaciones de los flujos de calor superficiales y de una mejor comprensión de la circulación subterránea, la estructura térmica y el presupuesto de calor del océano superior a lo largo del ecuador; y la necesidad de observaciones fiables y reanalizaciones sostenidas de los vientos on- y off-ecuatorial y los flujos aire-mar. Se destacan como prioridades la vigilancia sostenida a largo plazo y los reanálisis de alta calidad. [6.1.6] También discutimos el papel potencial del TPOS para mejorar la calibración y comprensión de los registros de datos Paleo-proxy, un tema que debería ser considerado para los próximos años.

We stress the challenge of detecting multi-decade signals and the importance of maintaining a reference set of longstanding, continuous climate records, with quantified uncertainties, that can bridge any future changes in the observing system and confirm or refute any shifts that may coincide with the introduction of observing system or data processing changes. Such references must have enough coverage and sufficient quality and reliability to (1) detect and identify small dec-cen signals, (2) enable cross-checks for consistency, and (3) be able mitigate risks from unexpected failures of individual elements. [6.1.6]

Destacamos el reto de detectar señales multi-décadas y la importancia de mantener un conjunto de referencia de registros climáticos continuos y de larga data, con incertidumbres cuantificadas, que puedan superar cualquier cambio futuro en el sistema de observación y confirmar o refutar cualquier cambio que pueda coincidir con la introducción de cambios en el

sistema de observación o en el tratamiento de datos. Dichas referencias deben tener suficiente cobertura y suficiente calidad y fiabilidad para (1) detectar e identificar pequeñas señales a escala decenas-centenas, (2) permitir verificaciones cruzadas coherentes, y (3) ser capaces de mitigar los riesgos de fallos inesperados de elementos individuales. [6.1.6]

The Northwestern Pacific Ocean El Océano Pacífico Noroccidental

The TPOS OceanObs'19 Community White Paper provided recommendations for a low-latitude western Pacific boundary current monitoring system, including consideration of the Indonesian Throughflow. This report supplements that work with an analysis of complex interactions over a range of timescales in the northwestern Pacific Ocean, including stochastic forcing of El Niño and involvement in the delayed-action oscillator and discharge-recharge mechanisms.

El libro blanco de TPOS OceanObs'19 Community proporcionó recomendaciones para un sistema de vigilancia de las fronteras del Pacífico occidental de baja latitud, que incluía el examen de la corriente indonesia. Este informe complementa ese trabajo con un análisis de interacciones complejas en una gama de escalas de tiempo en el Océano Pacífico noroccidental, que incluye: forzamiento estocástico de El Niño, implicación en el oscilador de acción retardada y mecanismos de descarga-recarga.

The boreal summer intraseasonal oscillation, an elemental part of the Asian summer monsoon system, provides one example of potentially predictable signals on subseasonal to seasonal timescales in the northwestern Pacific Ocean, with likely far-reaching impacts (e.g., extreme rainfalls and droughts) of significant societal relevance for the region. The region also hosts the most intensive typhoon/cyclone hot spot according to observations over the last fifty years. Improved understanding may allow typhoon prediction to be extended beyond seven days.

La oscilación intraseasonal del verano boreal, parte elemental del sistema monzónico estival asiático, proporciona un ejemplo de señales potencialmente predecibles en escala temporal subestacional a estacional en el Océano Pacífico noroccidental, con probables impactos de gran alcance (p. ej., lluvias extremas y sequías) de importancia social significativa para la región. La región también alberga el área caliente de tifones/ciclones más intensa según lo demuestran observaciones de los últimos cincuenta años. Una mejor comprensión puede permitir que la predicción de tifones se extienda más allá del margen de siete días.

An enhanced observing capability is needed to meet requirements in the northwestern Pacific Ocean arising from these complex scale interactions and their associated links between the tropics and subtropics. These enhancements are proposed as part of the evolution of the Backbone.

Se necesita una mayor capacidad de observación que se corresponda a las necesidades propias del Océano Pacífico noroccidental y sus interacciones de escala compleja y sus vínculos conexos entre los trópicos y subtrópicos. Estas mejoras se proponen como parte de la evolución del eje central.

Air-sea fluxes and the planetary boundary layers

Los flujos aire-mar y los estratos de los límites planetarios

One purpose of the Backbone is to provide in situ time series for comparisons with satellite-based measurements and validating gridded synthesis products, including for those of wind stress and air-sea heat and water fluxes. The Second Report discusses how the TPOS might better support these goals.

Uno de los propósitos de Base es proporcionar series de tiempo in situ para comparaciones con mediciones satelitales y validación de los productos de síntesis en grillas, incluidos aquellos de estrés por viento, calor aire-mar y flujos de agua. En el segundo informe se analiza la forma en que el sistema podría apoyar mejor esos objetivos.

Wind stress

The First Report design takes advantage of the revolution in broadscale wind estimation over the ocean enabled by space-based scatterometers, but combined with and complemented by in situ measurements, particularly from moorings. If space-based vector wind sampling could be increased and better spread across the diurnal cycle, the outlook is for greatly improved wind estimation. However, some questions remained about the differences between wind estimates from moorings and satellites, about errors in blended gridded wind products, and about the best approach to monitoring decadal-scale variability and detecting climate change. An Annex to the Second Report is devoted to these issues and to errors arising from sampling (space and time). Further research is needed to better understand these errors in gridded wind products and the impacts of sampling differences between satellite and buoy winds (**Action 6.1**). There are also outstanding issues around directional dependence of buoy and scatterometer wind differences (**Action 6.3**).

Estrés por el viento

*El diseño del primer informe aprovecha la revolución en la estimación del viento a gran escala sobre el océano habilitada por los dispersómetros basados en el espacio, pero combinada y complementada por mediciones in situ, particularmente de los amarres. Si se pudiera aumentar el muestreo de los vientos vectoriales basado en el espacio y propagarlo mejor a lo largo del ciclo diurno, las perspectivas para una estimación del viento son mucho mejores. Sin embargo, quedan algunas preguntas sobre las diferencias entre las estimaciones eólicas de amarres y las satélites, sobre los errores en los datos mezclado: variabilidad de las escalas y detección del cambio climático. Se dedica un anexo en el segundo informe a estas cuestiones y a los errores derivados del muestreo (espacio y tiempo). Es necesario seguir investigando para comprender mejor estos errores en las mediciones eólicas en las grillas y los efectos de las diferencias de muestreo entre satélite y boya (**Acción 6.1**). También hay cuestiones pendientes en torno a la dependencia direccional de las diferencias de la boya y del dispersómetro (**Acción 6.3**).*

The First Report noted the many different approaches to producing gridded wind products (including uncertainty estimates), ranging from reanalysis products to specialized blended products using wind observations from different scatterometers and in situ data. The effect of surface currents remains an issue. Dedicated analyses have been started (as discussed in Annex A of the Second Report) to better document error sources from both moorings and satellites, to

understand their differences, and distinguish the issues of measurement versus sampling errors (**Action 6.2**).

En el primer informe se señalaron los muchos enfoques diferentes para la producción de productos eólicos reticulados (incluidas las estimaciones de incertidumbre), desde productos reanalizados hasta productos mixtos especializados que utilizan observaciones eólicas de dispersómetros y datos in situ. El efecto de las corrientes superficiales sigue siendo un problema. Se han iniciado análisis específicos (como se indica en el anexo A del Segundo Informe) para documentar mejor las fuentes de error de los amarres y los satélites, para comprender sus diferencias y discriminar los problemas de medición de los errores de muestreo (Acción 6.2).

Heat and moisture fluxes

In the First Report, it was noted that the satellite-based estimates of heat and moisture flux variables were either non-existent or subject to large uncertainties. The Second Report revisits this assessment based on recent progress in these efforts.

Flujos de calor y humedad

En el Primer Informe se señaló que las estimaciones basadas en satélites de las variables de flujo de calor y humedad eran inexistentes o estaban sujetas a grandes impresiones. El Segundo Informe revisa estos señalamientos sobre la base de los recientes progresos realizados en esa área.

For radiative fluxes, the report analyses studies that have looked at the bias and standard deviation of satellite derived downwelling shortwave and longwave products with encouraging results. There remain uncertainties that need to be better quantified and understood. The pathways for progress include more in situ radiation data, together with the development of standards that ensure their measurements and processing led to the highest possible quality. They also include the deployment of some highly instrumented Super Sites (section 7.4.7) in selected regions.

En cuanto a los flujos radiactivos, el informe analiza estudios que han examinado el sesgo y la desviación estándar de los productos de onda corta y de onda larga derivados de satélites con resultados alentadores. Persisten incertidumbres que deben cuantificarse y comprenderse mejor. Las vías para el progreso incluyen la obtención de más datos de radiación in situ, junto con el desarrollo de normas que aseguran que sus mediciones y procesamiento conducen a la más alta calidad posible. También incluye la implementación de algunos Super Sitios altamente instrumentados (sección 7.4.7) en regiones seleccionadas.

Satellite products of turbulent fluxes relying on surface state variables and bulk algorithms have also been continuously improved, even if satellite retrievals of near-surface temperature and humidity need further refinement. Documented errors in these variables have regional and regime dependencies, for example in the vicinity of large-scale atmospheric convergence/ divergence fields and associated cloud properties. In situ data sites within each of these regimes (with meridional extensions) will help improve near-surface temperature and humidity estimates. Additional measurements at “Super Sites” such as in situ directly measured fluxes using direct correlation flux observations and atmospheric boundary layer temperature and humidity profiles would also provide guidance for improving satellite retrievals.

Los productos satelitales de flujos turbulentos basados en variables de estado superficial y algoritmos masivos también han sido continuamente mejorados, incluso si las recuperaciones por satélite de la temperatura y humedad superficiales necesitan un mayor refinamiento. Los errores documentados en estas variables tienen dependencias regionales y de régimen, por ejemplo, en la vecindad de campos de convergencia / divergencia atmosférica a gran escala y en las propiedades asociadas de la nube. Los sitios de datos in situ dentro de cada uno de estos regímenes (con extensiones meridionales) ayudarán a mejorar las estimaciones de temperatura y humedad superficiales. Las mediciones adicionales realizadas en "Súper Sitios", como por ejemplo los flujos medidos directamente in situ, utilizando observaciones de flujo de correlación directa y los perfiles de humedad y temperatura de la capa límite atmosférica, también brindarán orientación para mejorar los registros satelitales.

Freshwater fluxes

As in Recommendation 9 from the First Report, increasing the number of in situ rain gauges would provide better statistics for satellite comparisons. The TPOS community should continue discussion with the satellite and in situ precipitation experts to examine to what extent and in what regions increased rain gauge density would be of value, and whether additional measurements (for instance a Super Site with radar) could be incorporated (**Action 6.4**).

Flujos de agua dulce

*Como reseña la recomendación 9 del Primer Informe, el aumento del número de pluviómetros in situ proporcionaría mejores estadísticas para las comparaciones por satélite. La comunidad TPOS debe continuar las conversaciones con los expertos en satélites y en precipitaciones in situ, para examinar hasta qué punto y en qué regiones sería más valioso incrementar la densidad de pluviómetros, e incluso si mediciones adicionales (por ejemplo, un Súper Sitio con radar) podrían ser incorporadas (**Acción 6.4**).*

Other considerations

The Second Report reaffirms the importance of surface currents for improving surface fluxes; the evaporation rate, and latent and sensible heat fluxes depend on the wind speed relative to the ocean current.

Otras consideraciones

El Segundo Informe reafirma la importancia de las corrientes superficiales para los flujos superficiales; la velocidad de evaporación y los flujos de calor latente sensible dependen de la velocidad del viento relativa a la corriente oceánica.

The Second Report confirms the priority placed on the requirement for more extensive measurements of the full suite of flux variables which are currently only made at a few sites on the equator. It also confirms the priority to extend surface sampling across the tropical convergence zones and into the subtropical trade wind regime and other key regimes. [6.5]

El Segundo Informe confirma la prioridad asignada a la necesidad de ampliar las mediciones a la gama completa de variables de flujo que actualmente sólo se realizan en unos pocos sitios del ecuador. También confirma la prioridad de ampliar el muestreo de superficie a través de las zonas de convergencia tropical y al régimen de tráfico del viento subtropical y otros regímenes clave. [6.5]

The Second Report also reaffirms the increased requirements for mean sea level pressure measurements based on recent sensitivity experiments. Near the equator, where rapid divergence can hinder effective sampling from drifters, sensors on the TMA (5°S – 5°N) could help meet the requirement.

El Segundo Informe también reafirma el aumento de los requisitos necesarios para las mediciones de presión del nivel medio del mar basadas en experimentos de sensibilidad recientes. Cerca del ecuador, donde la rápida divergencia puede dificultar el muestreo efectivo de las redes de deriva, los sensores de la TMA (5°S – 5°N) podrían ayudar a cumplir este requisito.

The Backbone Observing System

The Second Report updates, and as necessary modifies, the Backbone observing system recommendations provided in the First Report, taking advantage of recent consultation and feedback, new dedicated studies and technical progress, and results from recent pilot studies. We recap the design and multiple functions of the Backbone and more fully explain some of the reasoning behind the Backbone recommendations where the First Report left uncertainty, or where issues have been raised subsequent to the publication of the initial Report.

Sistemas Base de observación

El Segundo Informe actualiza y, en caso necesario, modifica las recomendaciones BASE de observación que figuran en el Primer Informe, aprovechando las consultas y observaciones recientes, los nuevos estudios especializados, el progreso técnico, y los resultados de estudios piloto recientes. Resumimos el diseño y las múltiples funciones de la BASE y explicamos más detalladamente algunos de los razonamientos detrás de las recomendaciones fundamentales del Primer Informe que quedaron imprecisas, o cuando se hayan planteado cuestiones con posterioridad a la publicación del informe inicial.

In general, the recommendations of the First Report remain valid, with the underlying logic and evidence strengthened by the review. The major changes remain renewal and reconfiguration of the mooring array, and a doubling of Argo sampling in the tropical zone (10°N – 10°S), now including BGC-Argo sensors on 1/6th of the floats.

En general, las recomendaciones del Primer Informe siguen siendo válidas, y la lógica y las pruebas subyacentes se ven reforzadas por esta revisión. Los principales cambios son la renovación y reconfiguración de la matriz de amarre, y la duplicación del muestreo Argo en la zona tropical (10°N – 10°S), incluyendo ahora los sensores BGC-Argo en 1/6 de los flotadores.

The reconfiguration of the tropical moored buoy array is now described in greater detail, including tiered parameter suites (7.3.1.1), and a refocused spatial configuration that maintains and enhances the focus on the equator while retaining a grid-like structure for detecting and validating basin-wide decadal and longer-term flux changes (7.3.2; Figure 7.4). The 3 tiers include a widely deployed and enhanced base level (Tier 1), with some that will include rainfall, pressure and mixed layer salinity (**Action 7.1**); a velocity-enhanced mooring that will be deployed

at select sites/lines (Tier 2) (**Action 7.2**); and a small number of very highly instrumented “Super Sites” (Tier 3).

*La reconfiguración del conjunto de boyas tropicales amarradas ahora se describe con mayor detalle, incluyendo conjuntos de parámetros escalonados (7.3.1.1), y una configuración espacial renovada que conserva y realza el enfoque en el ecuador manteniendo al mismo tiempo una estructura similar a una cuadrícula para detectar y validar cambios de flujo a largo plazo (decenio) en toda la cuenca (7.3.2; Figura 7.4). Los 3 niveles incluyen un nivel base ampliamente desplegado y mejorado (Nivel 1), con algunos que incluirán precipitación, presión y salinidad de capas mixtas (**Acción 7.1**); un amarre de velocidad mejorado que se desplegará en sitios/líneas seleccionados (Nivel 2) (**Acción 7.2**); y un pequeño número de "Súper Sitios" muy instrumentados (Nivel 3).*

Consistent with identified requirements and priorities, the new moored array design focuses on [7.3.1]:

- 1) expanding the sampled surface meteorological regimes through poleward extension of some meridional spines;
- 2) markedly expanding the spatial coverage of variables for heat and water flux estimates, adding short and longwave radiation to Tier 1, and rainfall (**Action 6.4**);
- 3) complementing (2), resolving near surface and mixed layer diurnal variability across the domain (denser vertical resolution of temperature in the upper 50m);
- 4) systematically measuring near surface currents;
- 5) expanding surface barometric pressure measurements;
- 6) better resolving the near equatorial flow field in the central Pacific; and
- 7) sustaining and enhancing $p\text{CO}_2$ measurements.

De conformidad con las necesidades y prioridades identificadas, el nuevo diseño de la matriz anclada se centra en [7.3.1]:

- 1) *expandir los regímenes meteorológicos de superficie muestreados a través de la extensión hacia el polo de algunas espinas meridionales;*
- 2) *ampliar considerablemente la cobertura espacial de las variables para las estimaciones del flujo de calor y agua, añadiendo la radiación de onda corta y larga al nivel 1 y las precipitaciones (**acción 6.4**);*
- 3) *complementando (2), solucionar la variabilidad diurna cercana a la superficie y la capa mixta en todo el dominio (resolución vertical de temperatura más densa en los 50 m superiores);*
- 4) *medir sistemáticamente las corrientes cercanas a la superficie;*
- 5) *mediciones de la presión barométrica de las superficie en expansión;*
- 6) *resolver mejor el campo de flujo ecuatorial cercano en el Pacífico central; y*
- 7) *mantener y mejorar las mediciones de $p\text{CO}_2$.*

Recommendation 7.1. TPOS 2020 recommends the adoption of and support for a refocused design for the tropical moored buoy array, with a three-tiered approach to instrumentation. These comprise the Tier 1 baseline with enhanced surface and upper ocean measurements over the existing array; Tier 2 with added velocity observations in

the mixed layer; and Tier 3, an intensive Super Site that might be used in a campaign mode. [7.3.1].

Recomendación 7.1. *TPOS 2020 recomienda la adopción y el apoyo de un diseño reorientado para el conjunto de boyas tropicales amarradas, con un enfoque triple de la instrumentación. Estos comprenden la línea de base de nivel 1 con mediciones de superficie y océano superior mejoradas sobre la matriz existente; el nivel 2 con observaciones de velocidad añadidas en la capa mixta; y el nivel 3, un supersitio intensivo que podría utilizarse en un modo de campaña. [7.3.1].*

The exact location of the moorings poleward of 8°S under the South Pacific Convergence Zone needs to be further explored, in consultation with community experts and regional partners (**Action 7.3**).

Tier 2 sites, in consultation with community experts to specify the priority sites (**Action 7.2**), will include an upward looking near-surface ADCP, measuring velocity in the upper 50m. The “Super Site” concept is still in development but will include additional instruments to provide more detailed or specialized information to refine the observing strategy and take advantage of technological advances. [7.4.7]

La ubicación exacta de los amarres hacia el polo de 8°S en la zona de convergencia del Pacífico Sur debe estudiarse más a fondo, en consulta con expertos y asociados regionales (Acción 7.3). Los sitios de nivel 2, en consulta con expertos para determinar los sitios prioritarios (Acción 7.2), incluirán un ADCP de aspecto ascendente cercano a la superficie, midiendo la velocidad en los 50m superiores. El concepto de "Súper Sitio" todavía está en desarrollo, pero incluirá instrumentos adicionales para proporcionar información más detallada o especializada para refinar la estrategia de observación y aprovechar los avances tecnológicos. [7.4.7]

Full implementation of the TPOS design will deliver many gains, but also raises the potential for losses; such is inevitable in a process of redesign and reprioritization but is nevertheless regrettable, particularly with respect to some historical off-equatorial mooring sites. This is already the case in the western Pacific, although the new design aims to redress and minimize the loss. The gains and losses are described in detail [7.3.2, 10], including mooring coverage (Figure 7.5), rainfall sampling (Figure 7.6), decadal and longer-term wind (Figure 7.7) and latent heat flux (Figure 7.8) changes, and radiation and evaporation regimes (Figure 7.9). Subsurface impacts from changes to Argo and mooring sampling are also presented (Figures 7.10-15). A full summary is included. [7.3.3].

La plena aplicación del diseño del TPOS producirá muchos beneficios, pero también aumentará la probabilidad de pérdida; esto es inevitable en un proceso de rediseño y reorganización de las prioridades, es lamentable, particularmente con respecto a algunos sitios históricos de amarre no ecuatoriales.. Este ya es el caso en el Pacífico occidental, aunque el nuevo diseño tiene por objeto corregir y minimizar la pérdida. Las ganancias y pérdidas se describen en detalle [7.3.2, 10], incluyendo la cobertura de amarre (Figura 7.5), muestreo de precipitaciones (Figura 7.6), viento decenal y a más largo plazo (Figura 7.7) y cambios en el flujo térmico latente (Figura 7.8), y regímenes de radiación y evaporación (Figura 7.9). También se presentan los impactos del subsuelo de los cambios a Argo y el muestreo de amarre (Figuras 7.10-15). Se incluye un resumen completo. [7.3.3].

Progress with Implementation

Progress with implementation since the First Report has been very encouraging and TPOS 2020 has achieved significant buy in. We provide a schematic update of the status of the main Backbone Essential Ocean Variables which shows around half are in a satisfactory state (requirements met adequately or better), but for the remainder there is considerable work to do. For wind, and building on Recommendation 1 from the First Report, TPOS 2020 must drive further dialogue with agencies to explore ways to improve data availability and the diurnal spread of sampling by vector wind measuring satellite missions if the TPOS requirements are to be met (**Action 7.4**, 7.4.1, First Report, Rec. 1). For sea surface salinity, the community must continue to highlight the ongoing need and benefits of follow-on satellite missions (**Action 7.5**, First Report Rec. 10). Underway measurements of $p\text{CO}_2$ fall short of requirements and TPOS 2020 must act to establish measurements on all mooring servicing vessels and promote pilots of $p\text{CO}_2$ measurements from autonomous underway vehicles (**Action 7.6**; 4.3.1; First Report, Rec. 12). The First Report included recommendations and actions to enhance Argo coverage in the TPOS region; the Second Report reaffirms this strategy and priority. Around 20% of that enhancement is in place currently. This report provides further analysis of deployment strategies and stresses the need for greater international participation.

Progresos en la implementación

*Los progresos realizados en la aplicación desde el primer informe han sido muy alentadores y el programa TPOS 2020 ha logrado una implementación significativa. Proporcionamos una actualización esquemática de la BASE Esencial de las Variables Oceánicas que muestra que alrededor de la mitad están en un estado satisfactorio (requisitos cumplidos adecuadamente o mejor), para el resto hay un trabajo considerable que hacer. Para el viento, y sobre la base de la Recomendación 1 del Primer Informe, TPOS 2020 debe impulsar un mayor diálogo con los organismos para explorar formas de mejorar la disponibilidad de datos y la difusión diurna del muestreo por parte de las misiones de satélites de medición de vientos vectoriales si se quieren cumplir los requisitos del TPOS (**Acción 7.4**, 7.4.1, Primer informe, Rec. 1). En cuanto a la salinidad de la superficie del mar, la comunidad debe seguir poniendo de relieve la necesidad y los beneficios de las misiones de satélites de seguimiento (**Acción 7.5**, Primer Informe Rec. 10). Las mediciones en curso de $p\text{CO}_2$ no cumplen los requisitos y TPOS 2020 debe actuar para establecer mediciones en todos los buques de servicio de amarre y promover pilotos de mediciones de $p\text{CO}_2$ de vehículos autónomos en marcha (**Acción 7.6**; 4.3.1; Primer Informe, Rec. 12).*

El Primer Informe incluía recomendaciones y medidas para mejorar la cobertura de Argo en la región del TPOS; el segundo informe reafirma esta estrategia y prioridad. Alrededor del 20% de esa mejora está en vigencia actualmente. En el presente informe se analizan más a fondo las estrategias de despliegue y se subraya la necesidad de una mayor participación internacional.

To address requirements in the western and northwest Pacific Ocean, the TPOS 2020 project has convened discussions with key stakeholders. China has outlined plans to contribute moorings and other capability to address these needs, including to track monsoon and typhoon development over the northwestern Pacific Ocean [the so-called Ding "丁" array; 6.2.2, 7.2.1.3]. In-principle

support for maintaining the TAO part and the remaining 3 TRITON moorings has been provided by the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) and the Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology (JAMSTEC), respectively. We reprise and update the incomplete action from the First Report:

- *The TMA sites in the western Pacific within 2°S to 2°N should be maintained or reoccupied.*

Para abordar los requisitos en el Océano Pacífico occidental y noroeste, el proyecto TPOS 2020 ha convocado discusiones con las principales partes interesadas. China ha delineado planes para contribuir con amarres y otras capacidades para abordar estas necesidades, incluso para rastrear el desarrollo de monzones y tifones en el Océano Pacífico noroccidental [la denominada matriz Ding "T"; 6.2.2, 7.2.1.3]. El apoyo en principio para mantener la parte TAO y los 3 amarres TRITON restantes ha sido proporcionado por la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) y la Agencia Japonesa de Ciencia y Tecnología Marino-Terrestre (JAMSTEC), respectivamente. Repetimos y actualizamos la acción incompleta del Primer Informe:

- *Los sitios TMA en el Pacífico occidental dentro de 2°S a 2°N deben ser mantenidos o reocupados.*

These are core sites, and all should be supported.

The Second Report outlines a staged implementation approach [7.4.4; Figure 7.19; TPOS OceanObs'19], with ongoing assessment through to full maturity. Many elements will evolve with global implementation, but with recognition of and advocacy from the TPOS community. Others will require specific actions from the TPOS community, and these are discussed in more detail in the report. The actions, including reconfiguration of the moored array, will need to be carefully coordinated since no single player is able to respond to all requirements. Resource limitations are inevitable but through a cooperative implementation strategy and plan, the TPOS community can jointly meet most requirements and together enjoy the benefits of the whole TPOS.

Se trata de sitios centrales, y deben recibir apoyo.

El Segundo Informe esboza un enfoque de aplicación por etapas [7.4.4; Gráfico 7.19; TPOS OceanObs'19], con una evaluación continua hasta su plena desarrollo. Muchos elementos evolucionarán con la aplicación mundial, pero con el reconocimiento y la promoción de la comunidad del TPOS. Otros requerirán medidas específicas de la comunidad del TPOS, que se examinan con más detalle en el informe. Las acciones, incluyendo la reconfiguración de la matriz de amarre, tendrán que ser coordinadas cuidadosamente ya que ningún actor es capaz de dar respuesta a todos los requerimientos. Las limitaciones de recursos son inevitables, pero mediante una estrategia y un plan de aplicación cooperativa, la comunidad del TPOS puede satisfacer conjuntamente la mayoría de estas necesidades y disfrutar conjuntamente de los beneficios de todo el sistema.

Several specific actions are highlighted:

- In preparation for TMA-wide usage, Tier 1 'full flux' moorings from all contributing operators should be piloted, intercompared and assessed, and agreement reached on

where salinity, rainfall, and barometric pressure are most needed in addition to the core measurements. Instrument calibration and quality control procedures should be further developed, agreed and documented. [**Action 7.7**]

- A pilot of enhanced thermocline velocity measurements at established sites at 140 °W, 2 °N/S should be planned, and if successful, extended to include the new sites at 1°N/S. [**Action 7.8**]
- Argo float deployments should be doubled over the entire tropical region 10°S-10°N, starting immediately in the western Pacific, followed by the eastern Pacific and extending to the entire region, building to a total annual deployment rate of 170/year. Of these, 31 should be equipped with biogeochemical sensors. [**Action 7.9; Recommendation 4.1**]
- TPOS 2020 should develop and detail whole-of-system assessment activities, describing them in the final TPOS report (or earlier). Part of the assessment should include examining the tradeoffs between the number of sites versus the ability to maintain continuous records. [**Action 7.10**]
- For each specialized data stream or platform, ensure the creation of an engaged team of experts to oversee sensor management, develop quality control (QC) procedures and guide the delayed-mode QC for the TPOS data streams. [**Action 7.11; Recommendation 8.3**]

Se destacan varias medidas concretas:

- *En preparación para el uso de TMA, los amarres de flujo completo de Nivel 1 de todos los operadores contribuyentes deben ser piloteados, intercomparados y evaluados, y se debe llegar a un acuerdo sobre dónde son más necesarios las mediciones de la salinidad, lluvia y presión barométrica, además de las mediciones del núcleo. La calibración de los instrumentos y los procedimientos de control de calidad deben desarrollarse, acordarse y documentarse. [Acción 7.7]*
- *Debe planificarse un piloto de mediciones de velocidad de termoclina mejorada en sitios establecidos a 140 °W, 2 °N/S, y si tiene éxito, ampliarse para incluir nuevos sitios a 1°N/S. [Acción 7.8]*
- *Los despliegues de flotadores de Argo deberían duplicarse en toda la región tropical 10°S-10°N, comenzando inmediatamente en el Pacífico occidental, seguido por el Pacífico oriental y extendiéndose a toda la región, construyéndolos a una tasa de despliegue anual total de 170 / año. De estos, 31 deberían estar equipados con sensores biogeoquímicos. [Acción 7.9; Recomendación 4.1]*
- *El TPOS 2020 debe desarrollar y detallar las actividades de evaluación de todo el sistema, describiéndolas en el informe final de TPOS (o antes incluso). Parte de la evaluación debe incluir el examen de las ventajas y desventajas entre la cantidad de sitios y la capacidad de mantener registros continuos. [Acción 7.10]*
- *Para cada flujo de datos o plataforma especializada, debe asegurarse la creación de un equipo de expertos comprometidos en la supervisión de la administración de lossensores, el desarrollo de procedimientos de control de calidad (QC) y la guía de control de calidad en modo retardado para los flujos de datos TPOS. [Acción 7.11; Recomendación 8.3]*

The draft schedule attempts to synchronise actions and harmonise actions and assessments, but this will need to be revisited regularly.

TPOS needs to be proactive to ensure the climate record and our ability to detect change is at least maintained, if not enhanced.

Recommendation 7.2. To ensure that the TPOS observing platforms collect the accurate and interoperable measurements required to detect small [climate or “dec-cen”] signals, a series of actions should be taken, beginning before the rollout and continuing during implementation, to assess the performance and impact of the proposed platform/sensor changes. [7.2.1.2, 7.4.4]

La propuesta de calendario intenta sincronizar las acciones y armonizar las acciones y evaluaciones, pero esto tendrá que revisarse periódicamente.

El TPOS debe ser proactivo para garantizar el registro climático y que la capacidad para detectar el cambio sea mantenida, al menos, si no se mejora.

Recomendación 7.2 *A fin de garantizar que las plataformas de observación del TPOS recojan las mediciones precisas e interoperables necesarias para detectar señales pequeñas [climáticas o "dec-cen"], se debe tomar una serie de acciones, iniciando antes de la implementación y continuando durante la implementación, para evaluar el rendimiento y el impacto de los cambios propuestos en la plataforma / sensor. [7.2.1.2, 7.4.4]*

Updates are provided for all Pilot Studies and Process Studies proposed in the First Report [7.4.5, 7.4.6; Figure 7.20].

Se proporcionan actualizaciones para todos los estudios piloto y estudios de procesos propuestos en el Primer Informe [7.4.5, 7.4.6; Figura 7.20].

The concept of a Super Site is to provide multi-year specialized and more comprehensive data sets, using a larger and/or more complex suite of measurements than the Backbone observing system offers. TPOS 2020 should further develop and articulate the concept, including possible approaches to determination of appropriate times, locations, and measurements. [**Action 7.12**]

*El concepto de Súper Sitio es proporcionar conjuntos de datos multi-año especializados y más completos, utilizando un conjunto de mediciones más grande y más complejas de lo que el sistema de observación principal ofrece. TPOS 2020 debería seguir desarrollando y articulando el concepto, incluyendo posibles enfoques para la determinación de tiempos, ubicaciones y mediciones apropiadas. [**Acción 7.12**]*

Several additional actions and recommendations flow from the review of the First Report.

Del examen del Primer Informe se desprenden varias medidas y recomendaciones adicionales.

For sea surface temperature, Recommendation 3 from the First Report remains valid but additional emphasis is needed on the mix of observations and processing needed to properly resolve the diurnal cycle, incorporating remote microwave measurements, visible–near infrared sensing data, and in situ data at various depths near the surface. [First Report Rec. 3; **Action 7.13**; 7.5.1]

*En cuanto a la temperatura de la superficie del mar, la recomendación 3 del Primer Informe sigue siendo válida, pero es necesario hacer más hincapié en la combinación de observaciones y procesamiento necesarios para resolver adecuadamente el ciclo diurno, incorporando mediciones remotas de microondas, datos de detección visible e infrarroja cercana, y datos in situ a varias profundidades cerca de la superficie. [Primer informe Rec. 3; **Acción 7.13**; 7.5.1]*

The First Report recommendation for sea surface salinity might be misleading, and so has been updated:

Updated First Report Recommendation 10: *Continuity of complementary satellite and in situ SSS measurement networks, with a focus on improved satellite accuracy to augment the spatial and temporal sampling of SSS.*

La recomendación del Primer Informe sobre la salinidad de la superficie del mar podría inducir errores, por lo que se ha actualizado:

Recomendación 10 del Primer Informe Actualizada: *Continuar con las redes de medición satelital y SSS in situ complementarias, con un enfoque en la precisión satelital mejorada para aumentar el muestreo espacial y temporal de SSS.*

Further progress has been made in relation to the First Report recommendation on surface currents (Recommendation 11). Two missions are now in the planning phase which are, in the view of TPOS 2020, potential game-changers with direct measurements of total surface currents, a requirement that has been highlighted with respect to surface wind stress and surface fluxes. [7.5, 9.3.1]

Se ha avanzado en relación a la recomendación del Primer Informe sobre las corrientes superficiales (recomendación 11). Dos misiones se encuentran ahora en la fase de planificación que, a juicio del TPOS 2020, serán críticas respecto a las mediciones directas de las corrientes superficiales totales, un requisito que se ha destacado con respecto a la tensión del viento superficial y los flujos de superficie. [7.5, 9.3.1]

The importance of other in situ capabilities, while recognized in the First Report (Recommendation 21), was not sufficiently highlighted. Thus, a new recommendation from TPOS 2020 is:

Recommendation 7.3. Improvement of dedicated capacities on servicing ships to allow repeated ancillary measurements. Underway measurements such as Shipboard Acoustic Doppler Current Profiler measurements, pCO₂ and sea surface salinity should be systematically acquired. [7.5; **Recommendation 4.2**]

Respecto a la importancia de otras funcionalidades in situ, aunque se reconoció en el Primer Informe (Recomendación 21), no se destacó lo suficiente. Por lo que, una nueva recomendación de TPOS 2020 es:

Recomendación 7.3. *Mejora de las capacidades en el servicio de buques para permitir mediciones auxiliares repetidas. Los registros en curso, como las mediciones del Perfilador de corriente Doppler a bordo del barco, el pCO₂ y la salinidad de la superficie del mar deben adquirirse sistemáticamente. [7.5; **Recomendación 4.2**]*

TPOS 2020 continues to advocate for Pilot and Process Studies that will contribute to the refinement and evolution of the TPOS Backbone. [First Report, Action 14]

TPOS 2020 sigue abogando por la realización de estudios experimentales y de procesos que contribuyan al perfeccionamiento y la evolución de la red central del TPOS. [Primer Informe, Acción 14]

Additional Areas of Review

TPOS data flow and access

The Second Report proposes that data management should be considered alongside observations in the requirement determination process and that the architecture of our data systems requires greater clarity. We continue to advocate for the necessary investment:

Recommendation 8.1. As an underlying principle, around 10% of the investment in the TPOS should be directed towards data and information management, including for emerging and prototype technologies. [First Report, 8.1, 8.2]

Otros ámbitos de examen

Flujo y acceso de datos TPOS

El Segundo Informe propone que la gestión de datos sea considerada junto con las observaciones, en el proceso de determinación de requisitos y que la arquitectura los sistemas de datos exija una mayor claridad. Seguimos abogando por la inversión necesaria:

Recomendación 8.1 Como principio básico, alrededor del 10% de la inversión en el TPOS debería dirigirse a la gestión de datos e información, incluso para tecnologías emergentes y prototipos. [Primer informe, 8.1, 8.2]

This report concludes a distributed approach to data systems promotes agility and efficiency, particularly if the distributed services are built upon commonly used standards and conventions. This report outlines a generalized system that takes advantage of other developments in this area. An important benefit is that the scientists and/or data providers are abstracted from the need to understand the formats required for real-time distribution. The ultimate aim is to have a virtual one-stop set of web services for all TPOS data, suitable for research, production, services, public and privately funded activities or other ad hoc use. [8.3]

El presente informe concluye que un enfoque distribuido de los sistemas de datos promueve la agilidad y la eficiencia, en particular si su distribución se basan en normas y convenciones de uso común. En el presente informe se esboza un sistema generalizado que aprovecha otras novedades en esta esfera. Un beneficio importante es que los científicos y/o proveedores de datos son abstraídos de la necesidad de entender los formatos requeridos para la distribución en tiempo-real. El objetivo final es disponer de un conjunto virtual de servicios web para todos los datos del TPOS, apto para investigación, producción, servicios, actividades públicas y privadas u otro uso ad-hoc. [8.3]

This report identifies two other areas where TPOS should be proactive. First, the likely introduction of new partners, particularly for the tropical moored buoys, and new technologies, argues for a TPOS data management plan, initially spanning all TMA contributions and data

modes. The second area is around delayed-mode data, data archeology, re-processing and re-analysis. Re-processing for reanalysis is now mainstreamed, to take advantage of knowledge that was not available in real-time, and/or to exploit improved techniques. One foci for TPOS 2020 is the western Pacific where there is a large cache of data that is for now "lost" to the wider scientific community, and likely to be "found" only through a major international collaborative effort (**Action 8.1**) aimed at retrieving and re-processing such data into a form that is FAIR (findable, accessible, interoperable, reusable).

*En el presente informe se identifican otras dos esferas en las que el TPOS debería ser proactivo. En primer lugar, la probable introducción de nuevos socios, en particular para las boyas tropicales amarradas, y las nuevas tecnologías, abogan por un plan de gestión de datos del TPOS, que abarque inicialmente todas las contribuciones y los modos de datos del TMA. La segunda área está relacionada con los datos en modo diferido, la arqueología de datos, el reprocesamiento y el reanálisis. El reprocesamiento para reanálisis está ahora integrado, para aprovechar el conocimiento que no estaba disponible en tiempo real, y/o para explotar técnicas mejoradas. Uno de los focos para TPOS 2020 es el Pacífico occidental, donde hay una gran cantidad de datos que por el momento se "pierden" para la comunidad científica en general, y es probable que se "encuentren" solo a través de un importante esfuerzo de colaboración internacional (**Acción 8.1**) dirigido a recuperar y volver a procesar dichos datos en un formulario que sea JUSTO o FAIR, acrónimo en inglés que significa: localizable, accesible, interoperable y reutilizable.*

Recommendation 8.2. Data stewardship and the engagement of all TPOS 2020 stakeholders in data management must be a central platform in the sustainability of the TPOS. The FAIR Principles should be adopted as a basis for TPOS engagement. [8.4]

Recommendation 8.3. TPOS 2020 should develop a project around the management of all TMA data including, to the extent possible, recovery and re-processing of other relevant mooring data. [8.4]

Recomendación 8.2 *La gestión de los datos y la participación de todos los interesados en la gestión de los datos del TPOS 2020 debe ser a través de una plataforma central para la sostenibilidad del sistema. El principio FAIR debe adoptarse como base para la participación del TPOS. [8.4]*

Recomendación 8.3 *TPOS 2020 debería desarrollar un proyecto en torno a la gestión de todos los datos TMA incluyendo, en la medida de lo posible, la recuperación y el reprocesamiento de otros datos relevantes de amarre. [8.4]*

TPOS 2020 supports the global community in its endeavor to establish global information and management systems that will provide cost-effective ways to increase and improve accessibility, interoperability, visibility, utility and reliability; endeavors that will benefit TPOS data, for current TPOS stakeholders and beyond.

TPOS 2020 apoya a la comunidad global en su esfuerzo por establecer sistemas globales de información y gestión que proporcionen formas rentables de aumentar y mejorar la

accesibilidad, la interoperabilidad, la visibilidad, la utilidad y la fiabilidad; esfuerzos que beneficiarán a los datos de TPOS, para las partes interesadas actuales de TPOS y más allá.

Recommendation 8.4. TPOS 2020 should develop a pilot project, in conjunction with the WMO Information System effort, to explore the global distribution of TPOS data in near-real time. [8.5]

Recomendación 8.4 TPOS 2020 debería desarrollar un proyecto piloto, junto con la iniciativa del Sistema de Información de la OMM, para explorar la distribución global de datos TPOS en tiempo cuasi real l. [8.5]

Emerging technologies

This report discusses the current state of a selection of emerging technologies that are of potential future relevance to TPOS and introduces an evaluation mechanism to assess readiness and guide integration of new observation techniques/platforms into the Backbone. The discussion includes:

1. NOAA Saildrone^{®3} experiments;
2. Wave Glider[®] experiments;
3. PRAWLER profiler;
4. Ocean gliders;
5. Biogeochemistry, biology, and ecosystems technology;
6. Water isotope observations - applications and technology;
7. Remote sensing of ocean surface currents;
8. Global Navigation Satellite System radio occultations;
9. Microwave and infrared-laser occultations; and
10. Global Navigation Satellite System scatterometry.

Tecnologías emergentes

Este informe analiza el estado actual de una selección de tecnologías emergentes que pueden ser de relevancia futura para TPOS e introduce un mecanismo de revisión para evaluar la preparación y guiar la integración de nuevas técnicas / plataformas de observación en el Eje Central. La discusión incluye:

1. Experimentos NOAA Saildrone[®];
2. Experimentos Ola Glider[®];
3. Perfilador de PRAWLER;
4. Planeadores oceánicos;
5. Biogeoquímica, biología y tecnología de ecosistemas;

³ Saildrone and Wave Glider are trademark names; hereafter referred to without ®
Saildrone y Wave Glider son marcas registradas; en adelante referido sin ®

6. *Observaciones isotópicas del agua - aplicaciones y tecnología;*
7. *Teleobservación de las corrientes superficiales de los océanos;*
8. *Ocultaciones de radio del sistema global de navegación por satélite;*
9. *Ocultaciones por microondas y láser infrarojo; y*
10. *Dispersometría del sistema mundial de navegación por satélite.*

Technological innovations were also discussed in the First Report and elsewhere in this report. The proposed evaluation framework is an adaptation of that given in the Framework for Ocean Observing, simplified and adjusted for application to potential Backbone contributions (a Backbone readiness level). Preliminary assessments are provided for the emerging technologies discussed in the report, together with an assessment of the Technical Readiness Level.

Las innovaciones tecnológicas también se discutieron en el Primer Informe y en otras partes de este informe. El marco de evaluación propuesto es una adaptación de la que figura en el Marco para la Observación de los Océanos, simplificado y ajustado para su aplicación a posibles contribuciones troncales (un nivel de preparación del Eje Central). Se proporcionan evaluaciones preliminares de las nuevas tecnologías examinadas en el informe, junto con una evaluación del nivel de preparación técnica.

The report acknowledges that further work is required to ensure the framework can be applied in a consistent manner (e.g., improved documentation) and to determine whether it will meet stakeholder/TPOS sponsor needs. The assessments also need to be extended to cover other potential technologies (**Action 9.1**).

*El informe reconoce que es necesario seguir trabajando para garantizar que el marco pueda aplicarse de manera coherente (p. ej., documentación mejorada) y para determinar si satisfará las necesidades de los patrocinadores y demás partes interesadas del TPOS. Las evaluaciones también deben ampliarse para abarcar igualmente tecnologías potenciales (**Acción 9.1**).*

The report emphasizes that such a framework only provides guidance, and decisions on adoption of new techniques and technology will need to consider other factors, such as roadblocks to/assistance for user uptake, availability of suitable data management facilities, and of course cost and effectiveness. Likewise, the relative impact of potential technologies must factor in actual and prospective model and assimilation sensitivity.

En el informe se hace hincapié en que ese marco solo proporciona orientación, y las decisiones sobre la adopción de nuevas técnicas y tecnologías deberán tener en cuenta otros factores, como los obstáculos a la adopción/asistencia de los usuarios, disponibilidad de instalaciones de gestión de datos adecuadas y, por supuesto, coste y eficacia. Del mismo modo, el impacto relativo de las tecnologías potenciales debe tener en cuenta el modelo real y prospectivo y la sensibilidad a la asimilación.

Recommendation 9.1. That the Backbone Readiness Level framework be further developed and refined by TPOS 2020 before adoption. [9.4]

Recomendación 9.1. Que el marco básico del nivel de preparación se desarrolle y perfeccione más en el programa TPOS 2020 antes de su adopción. [9.4]

Next Steps

Siguientes Pasos

The work of implementing the new observing system for the next decades is just gaining momentum. Although the TPOS 2020 project will finish at the end of that year with a final report, much of the implementation of the changes proposed here will just be getting under way. We note the need for additional investment in order to move from where TPOS is today toward the full implementation of this plan [10]. Results of piloting new technology discussed in Chapter 9, and the process studies in Chapters 2 and 3 and in 7.4.6, will become clear over the next few years; these will need evaluation to determine their lessons and readiness for the Backbone.

La labor de aplicación del nuevo sistema de observación para los próximos decenios está cobrando impulso. Aunque el proyecto TPOS 2020 finalizará a finales de ese año con un informe final, gran parte de la aplicación de los cambios propuestos aquí apenas se pondrá en marcha. Tomamos nota de la necesidad de inversión adicional para pasar de la situación actual del TPOS a la plena aplicación de este plan [10]. Los resultados de la experimentación de nuevas tecnologías discutidas en el Capítulo 9, y los estudios de procesos en los Capítulos 2 y 3 y en 7.4.6, se aclararán en los próximos años; estos necesitarán una evaluación para determinar sus lecciones y preparación para la BASE.

The actions and recommendations of this report already point to substantive issues that will need to be included in the Final Report. More will emerge as TPOS 2020 stakeholders and the TPOS 2020 Resource Forum consider the implications from this report.

Las medidas y recomendaciones del presente informe ya apuntan a cuestiones sustantivas que deberán incluirse en el informe final. Se estima que surgirán más a medida que los participantes en TPOS 2020 y la Instancia de Recursos TPOS 2020 consideren las consecuencias de este informe.

As the system evolves, maintenance of the climate record will be an essential consideration. Coordination of the interlocking networks will require regular consultation among the implementing partners.

A medida que el sistema evolucione, el mantenimiento del historial climático será una consideración esencial. La coordinación de redes interconectadas requerirá consultas periódicas entre los asociados en la ejecución.

For all these reasons, the need for appropriate governance, and for scientific advice, will continue past this project's sunset; the mechanisms for these are under discussion with our sponsors (TPOS OceanObs'19) and among the international organizations that set the framework for observing systems such as the TPOS (**Action 10.1**).

*Por todas estas razones, la necesidad de una gobernanza adecuada, y de asesoramiento científico, continuará después de la expiración de este proyecto; los mecanismos para ello están siendo discutidos con nuestros patrocinadores (TPOS OceanObs'19) y entre las organizaciones internacionales que establecen el marco para sistemas de observación como el TPOS (**Acción 10.1**).*