|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| EL TIEMPO, EL CLIMA, EL AGUA | **Organización Meteorológica Mundial**  **COMISIÓN DE OBSERVACIONES, INFRAESTRUCTURA Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN**  **Segunda sesión** Ginebra, 24 a 28 de octubre de 2022 | **INFCOM-2/INF. 6.1(1)** |
| Presentado por: Presidente, SC-ON  7.X.2022 |

*[El presente documento ha sido traducido para su comodidad empleando tecnologías de traducción automática sin posedición. No se garantiza en modo alguno, ni de forma expresa ni implícita, su exactitud, fiabilidad o corrección. Toda discrepancia o diferencia que pudiera deberse a la traducción del contenido del documento original al español no será vinculante y no conllevará ninguna consecuencia jurídica a efectos de cumplimiento o aplicación, entre otros. Tenga en cuenta que determinados contenidos, como las imágenes, no pueden traducirse a causa de las limitaciones técnicas del sistema. Si tuviera alguna duda relacionada con la exactitud de la información de un documento traducido, sírvase consultar su versión oficial redactada en inglés.]*

## ORIENTACIÓN DE ALTO NIVEL SOBRE LA EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS MUNDIALES DE OBSERVACIÓN DURANTE EL PERÍODO 2023–2027 EN RESPUESTA A LA VISIÓN DEL WIGOS EN 2040

(Proyecto de documento compilado por el Grupo de Trabajo JET-EOSDE, con el apoyo de un consultor y expertos de la OMM y la Secretaría del SMOC, el SC-MINT, el GAW, el SG-GBON y el Equipo de Tareas de Evaluación de OceanPredict)

Contenido

1. Finalidad y alcance 3

1.1 La necesidad de responder a la Visión del WIGOS para 2040 3

1.2 Objetivo del documento 4

2. Orientación sobre la evolución de las capacidades mundiales de observación   
 La visión del WIGOS para 2040 5

2.1 Síntesis de las principales deficiencias en materia de observaciones a partir de las declaraciones de orientación con algunas recomendaciones 6

2.1.1 PNT mundial 9

2.1.2 Predicciones subestacionales a más largas 10

2.1.3 PNT de alta resolución 11

2.1.4 Predicción inmediata y a muy corto plazo 12

2.1.5 Meteorología aeronáutica 13

2.1.6 Meteorología del espacio 14

2.1.7 Aplicaciones oceanográficas 15

2.1.8 Vigilancia del clima 16

2.1.9 Composición atmosférica 17

2.1.10 Servicios criosféricos emergentes 20

2.1.11 Servicios hidrológicos 22

2.2 Hallazgos y recomendaciones de la serie de impacto de los talleres de observaciones y otros dominios en el NWP 23

2.2.1 Talleres internacionales sobre el impacto de diversos sistemas de observación en   
 PNT 24

2.2.2 Constataciones Y recomendaciones EN otros ámbitos 27

2.3 Observaciones desde el espacio

2.4 Observaciones de superficie 30

2.4.1 Orientación sobre la expansión de la red GBON 30

2.4.2 Relación GBON y RBON 32

2.4.3 Análisis de la eficacia en función de los costos de las capacidades de observación para suministrar la información y los productos necesarios 33

2.4.4 Oportunidades de sinergias y optimización de los sistemas de observación 33

2.4.5 Estrategia y orientación a los Miembros en materia de Observaciones Urbanas 37

2.4.6 Recomendaciones sobre la utilización de las nuevas tecnologías de observación 38

2.4.7 Sostenibilidad ambiental de las observaciones 43

2.4.8 Gestión y mitigación de riesgos 44

2.5 Acciones de alta prioridad en relación con la evolución de los sistemas de observación basados en el espacio y en la superficie 45

2.6 Recomendaciones sobre la política de datos y la disponibilidad de datos 51

2.7 Coordinación de radiofrecuencias 51

3. Orientación sobre la elaboración de una estrategia nacional de aplicación para la Visión de WIGOS en 2040 52

3.1 Estudio de los requisitos nacionales para las diferentes esferas de aplicación 52

3.2 Recopilación de requisitos nacionales y principios de diseño de redes libres de tecnología 53

3.3 Concepto sobre el desarrollo de las capacidades nacionales de observación 53

3.4 Propuestas de actividades piloto 53

4. Oportunidades de desarrollo de la capacidad y orientación basada en el Servicio Financiero de Observaciones Sistemáticas (SOFF) y la Iniciativa de Apoyo a los Países (CSI) 53

5. Plan de comunicación sobre la necesidad de responder a la Visión del WIGOS para 2040 58

Anexo 1. Documentos pertinentes, textos reglamentarios y material de orientación del WIGOS 60

1. Documentos pertinentes del WIGOS 60

2. Documento reglamentario y de orientación del WIGOS 62

Anexo 2. Descripción general de la brecha de la Declaración de Orientación según la Variable 65

Medidas principales del Plan de Ejecución para la Evolución de los Sistemas Mundiales de Observación (EGOS-IP) que deberán llevar a cabo los Miembros 112

Anexo 4. Descripción general de los requisitos de GBON (Deberá/Debería) 114

Anexo 5. Servicios Urbanos Integrados (SIU) para la Guía de Alto Nivel de WIGOS 116

Anexo 6. Variables de composición atmosférica en apoyo de aplicaciones de monitoreo y predicción 128

Acrónimos 129

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Orientación de alto nivel sobre la evolución de los sistemas mundiales de observación durante el período 2023–2027 en respuesta a la Visión del WIGOS para 2040**

1. **Alcance y finalidad**

**1.1 La necesidad de responder a la Visión del WIGOS para 2040**

Este documento proporciona orientación a los Miembros de la OMM sobre la evolución prevista de los sistemas de observación, a nivel nacional y regional, como componentes del Sistema Mundial Integrado de Sistemas de Observación de la OMM (WIGOS) hasta 2040. Las orientaciones consisten principalmente en principios de carácter general que deben tenerse en cuenta para la elaboración de planes de aplicación por los Miembros y otros operadores de redes de observación. Además, la guía identifica acciones específicas urgentes que surgen en respuesta a las prioridades de WIGOS, los programas de la OMM y nuestro conocimiento de las brechas de datos actuales. El documento ofrece una visión general estructurada de los documentos pertinentes a la Visión del WIGOS para 2040 (AR, EN, ES, FR, RU, ZH) y establece prioridades para los próximos cinco años (2023–2027) a fin de aplicar el escenario de la Visión del WIGOS para 2040. Se supone que el lector de este documento conoce el contenido de la Visión del WIGOS para 2040.

Durante la fase de desarrollo y preoperacional del WIGOS, se han elaborado varios documentos destinados a mantener y desarrollar todos los sistemas de observación de componentes de la OMM. En el anexo 1 se enumeran los documentos, las herramientas y el material reglamentario WIGOS pertinentes y se ilustra la forma en que están conectados. Este documento extrae información de muchos de estos documentos subyacentes.

La “Visión para el Sistema Mundial de Observación (SMO) en 2025”, aprobada por EC-LXI (Ginebra, 2009), proporcionó objetivos de alto nivel para orientar la evolución de los sistemas mundiales de observación. El "Examen continuo de las necesidades" contiene "declaraciones de orientación" en las que se señalan las principales deficiencias de los sistemas de observación de las zonas de aplicación de la OMM. El “Plan de ejecución para la evolución de los sistemas mundiales de observación”, disponible en los idiomas de la OMM (EN, ES, FR, RU, ZH), acompaña a la “Visión DEL GOBIERNO DE SUDÁN”. Los objetivos del EGOS-IP eran abordar los requisitos de observación de las aplicaciones meteorológicas, climáticas e hidrológicas de la OMM de la manera más eficaz en función de los costos. El plan de aplicación contiene medidas concretas para el desarrollo de los componentes del sistema de observación de la OMM basados en el espacio y en la superficie, que se examinaron periódicamente. En 2018, se adoptó un subconjunto de 10 acciones de este tipo en la decimoctava reunión del Congreso Meteorológico Mundial (Cg-18) (ver Anexo 3), y la lista de acciones EGOS-IP se revisó durante la preparación de este documento de orientación de alto nivel y las que siguieron siendo relevantes se han incluido en las recomendaciones dadas en la Sección 2.5.

Los progresos realizados en la aplicación del WIGOS exigían una actualización de la Visión para tener en cuenta los desafíos y las oportunidades actuales. Teniendo en cuenta esa información, los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales (SMHN), los organismos espaciales y otros diseñadores de sistemas de observación podrán adaptar sus actividades de planificación en consecuencia para maximizar las sinergias y la relación costo-calidad. Al ampliarse hasta 2040, la Visión para WIGOS adopta un planteamiento a largo plazo. En gran medida este plazo se rige por los extensos ciclos de elaboración y aplicación de programas de componentes específicos, como los satélites operativos o los programas de sustitución de radares.

La fase operativa inicial de WIGOS, que comienza en 2020, es una respuesta a la creciente demanda de servicios meteorológicos, hidrológicos y climatológicos por parte de los Miembros, que son más resilientes a las consecuencias socioeconómicas de los fenómenos meteorológicos, climáticos, hidrológicos y medioambientales extremos. En la Visión del WIGOS para 2040 se tuvo en cuenta el enfoque del Sistema Terrestre de la OMM[[1]](#footnote-2), que se ajusta a la evolución de las necesidades de los usuarios y al avance de la tecnología de observación, junto con el aumento previsto del papel del sector privado y de terceros. Ahora es necesario realinear las estrategias de observación para realizar la Visión.

De conformidad con la Resolución 37 (Cg-18) sobre la transición del WIGOS al estado operativo a partir de 2020, en el anexo de la presente Resolución se describen las principales actividades previstas a partir de 2020 a fin de seguir desarrollando el sistema durante el siguiente período. Las observaciones mundiales del sistema Tierra sentarán las bases para satisfacer la demanda de una mayor capacidad de predicción sin discontinuidad que abarque desde la escala meteorológica hasta la escala climática sobre la base de enfoques de modelización unificados. Además, en la Resolución 38 (Cg-18) se pide a la Comisión de Infraestructura que lleve a cabo las actividades de planificación necesarias que ayudarán a los Miembros y a las organizaciones asociadas a adoptar las medidas necesarias en respuesta a la Visión del WIGOS para 2040. Pide además a los Miembros que tengan en cuenta la Visión del WIGOS para 2040 cuando planifiquen la evolución de sus redes de observación.

En su primer período de sesiones, la Comisión de Observaciones, Infraestructura y Sistemas de Información (INFCOM) aprobó un plan para la Fase Operativa Inicial del Sistema Mundial Integrado de Sistemas de Observación de la OMM (2020–2023). En este plan, que posteriormente fue adoptado por el Consejo Ejecutivo (EC‑73/Doc. 4.2(1)), se ha dado alta prioridad a aquellas actividades que ayudarán a los Miembros a desarrollar e implementar WIGOS a nivel nacional, regional y mundial. Pero también pide a los Miembros que fomenten una cultura de cumplimiento de las disposiciones del Reglamento Técnico relativas al WIGOS. Además, el WIOP propone un enfoque para guiar a los Miembros a desarrollar sus sistemas de observación durante el período 2020–2023 para lograr la Visión del WIGOS 2040 (véase el Anexo 1 para obtener más detalles). El WIOP incluye actividades específicas que apoyan la implementación nacional del WIGOS y el desarrollo de Asociaciones Regionales, que no serán parte de las consideraciones de este documento, pero las complementarán.

**1.2 Objetivo del documento**

La Visión de WIGOS en 2040 presenta un modelo probable de cómo pueden evolucionar las necesidades de los usuarios en materia de datos de observación en el dominio de la OMM en los próximos decenios, y una visión ambiciosa, pero a la vez viable desde el punto de vista técnico y económico, de un sistema de observación integrado que pueda atender esas necesidades. Teniendo en cuenta esa información, los SMHN, los organismos espaciales y otros diseñadores de sistemas de observación podrán adaptar sus actividades de planificación en consecuencia y adoptar las decisiones necesarias para poner en práctica este sistema integrado. En la Visión también se expone aquello que los usuarios de observaciones meteorológicas, climáticas e hidrológicas, de composición atmosférica y de otras observaciones conexas pueden esperar que pase en este período de tiempo, y se ofrece orientación en cuanto a la planificación de los sistemas de tecnologías de la información y de comunicación, las iniciativas de investigación y desarrollo, los procesos de dotación de personal y las actividades de enseñanza y formación profesional.

El plan para la Fase Operativa Inicial del WIGOS (2020–2023) describe las principales actividades que se planean llevar a cabo en el corto plazo. Entre otras cosas, se elaborará un documento de orientación para la evolución de las capacidades de observación mundial en respuesta a la Visión del WIGOS para 2040 (sección 5.7 del plan).

Este es el propósito del presente documento: proporciona orientación de alto nivel para ayudar a los Miembros a desarrollar sus sistemas de observación en los próximos cinco años (2023–2027) de una manera sencilla y fácil de utilizar por todos los agentes, con especial hincapié en los países menos adelantados, los países en desarrollo sin litoral y los pequeños Estados insulares en desarrollo. En el presente documento de orientación se señalan varias esferas de alta prioridad en las que pueden lograrse mejoras concretas y eficaces de la capacidad de los sistemas de observación y demostrarse los progresos realizados en los próximos cinco años. Las medidas recomendadas están redactadas de manera que informen a los encargados de la adopción de decisiones y a los planificadores estratégicos del personal directivo superior.

El documento se centra en algunas prioridades clave, al tiempo que adopta un enfoque más dinámico que el adoptado con la anterior Visión para el GOBIERNO DE SUDÁN en 2025, el Plan de ejecución para la evolución de los sistemas mundiales de observación (EGOS-IP) y sus 115 acciones específicas. Este nuevo enfoque permitirá ajustar las medidas de ejecución en función de la evolución de las necesidades, la tecnología y las oportunidades. En el capítulo 2, un resumen de las conclusiones y recomendaciones de una serie de talleres internacionales sobre los efectos de los diversos sistemas de observación en la predicción numérica del tiempo (PNT), así como una síntesis de las principales deficiencias en materia de observación de las declaraciones de orientación del examen continuo de las necesidades, con algunas recomendaciones sobre la combinación de tecnologías que deben utilizarse para subsanar esas deficiencias. Por lo tanto, las prioridades se establecerán de acuerdo con el enfoque del Sistema Terrestre, con el NWP global y el Monitoreo del Clima considerados como[[2]](#footnote-3) aplicaciones fundacionales, así como a áreas donde se pueden obtener beneficios socioeconómicos sustanciales, incluida la Reducción del Riesgo de Desastres (RRD).

El capítulo 2 también incluye orientaciones y obligaciones para implementar y gestionar la Red Mundial Básica de Observaciones (GBON), así como compromisos de los Miembros para ampliar y mejorar el intercambio de datos libre y sin restricciones. Otros aspectos evolutivos al responder a la Visión del WIGOS para 2040 también se dan en este capítulo. El capítulo 3 sugiere acciones para desarrollar una estrategia nacional para implementar la Visión del WIGOS para 2040. El capítulo 4 trata de las oportunidades de desarrollo de capacidades y el capítulo 5 presenta detalles para un plan de comunicación.

1. **Orientación sobre la evolución de las capacidades mundiales de observación en respuesta a la Visión del WIGOS para 2040**

WIGOS proporciona el marco global y las herramientas de gestión y diseño para todos los sistemas de observación que contribuyen, con el fin de optimizar las inversiones impulsadas por el usuario para desarrollos sostenibles para ofrecer los servicios ambientales relacionados con el tiempo, el agua, la composición atmosférica y el clima. Los componentes principales del WIGOS son las redes del Sistema Mundial de Observación (SMO), el componente de observación de la Vigilancia Atmosférica Global (VAG), los componentes de observación de la Vigilancia de la Criosfera Global (VCG) y el Sistema de observación hidrológica de la OMM (WHOS). Además, la OMM está trabajando con organizaciones asociadas para complementar esas redes en el marco del WIGOS para la vigilancia del clima y la observación de los océanos mediante el Sistema Mundial de Observación del Clima (SMOC) y el Sistema Mundial de Observación de los Océanos (SMOO), respectivamente.

La Visión del WIGOS para 2040 es un escenario sobre la forma en que los sistemas de observación basados en el espacio y en la superficie podrían evolucionar en los próximos dos decenios para responder a la evolución de las necesidades de los usuarios en materia de observaciones. Además, aborda las necesidades cambiantes de los usuarios y la evolución prevista de las tecnologías de observación basadas en el espacio y en la superficie. Es un plan ambicioso, pero viable desde el punto de vista técnico y económico. La Visión considera que los futuros sistemas de observación se basarán en los subsistemas existentes, tanto de superficie como espaciales, al tiempo que utilizarán las tecnologías de observación existentes, nuevas y emergentes que no se hayan incorporado o explotado plenamente. La Visión incorpora observaciones adquiridas de operadores comerciales y otros terceros y considera su importancia, así como los desafíos que implica garantizar el intercambio gratuito y abierto de dichos datos entre los NMHS y otros socios nacionales e internacionales.

La Guía de Alto Nivel que se proporciona en este documento resume las brechas identificadas en las redes de observación actuales, enumera las prioridades específicas para las acciones durante los próximos cinco años (2023–2027) y proporciona recomendaciones sobre desarrollos específicos que deben considerarse al implementar la Visión para 2040.

Algunos temas que se discutirán en este capítulo, como el análisis de brechas en la Sección 2.1, las recomendaciones de los estudios de impacto de NWP (Sección 2.2), la información sobre el estado y los procedimientos para ampliar GBON (Sección 2.4.1) y las nuevas actividades sobre política de datos (Sección 2.4.1 y Sección 2.6), dan lugar a acciones específicas para que los Miembros desarrollen una estrategia para implementar la Visión para WIGOS en 2040. Otros temas tratados en este capítulo, como la información sobre la eficacia en función de los costos de los sistemas de observación y las oportunidades de combinar actividades a escala mundial y regional, ayudarán a los gestores de redes a gestionar sus redes con mayor eficacia.

**2.1 Síntesis de las principales deficiencias en materia de observaciones a partir de las declaraciones de orientación con algunas recomendaciones**

A fin de elaborar una opinión consensuada sobre las necesidades de los usuarios en relación con los datos de observación y el diseño y la aplicación de los sistemas de observación integrados de la OMM, la OMM ejecuta el proceso de examen y evaluación de los resultados.

El proceso de RRR analiza conjuntamente las necesidades cambiantes de observación de los Miembros y las capacidades de los sistemas de observación actuales y planificados. Como resultado, a través de las llamadas "Declaraciones de orientación", los expertos en cada área de aplicación consideran la medida en que las capacidades cumplen con los requisitos, y producen análisis de brechas con recomendaciones sobre cómo estas brechas podrían abordarse. Para cada ámbito de aplicación, el proceso consta de cuatro fases:

1. Examen sin tecnología de las necesidades de observación de los Miembros, dentro de un ámbito de aplicación incluido en los programas de la OMM y los programas copatrocinados;
2. Examen de las capacidades de observación de los sistemas de observación actuales y previstos, tanto de superficie como espaciales;
3. "Revisión crítica" de la medida en que las capacidades (b) cumplen con los requisitos (a); y
4. Declaración de orientaciones (SoG) basada en (c).

Este proceso se repite en un ciclo de aproximadamente 2 años. Los SoG también sirven como un recurso útil para dialogar con las agencias de sistemas de observación sobre si los sistemas existentes deben mantenerse, modificarse o cancelarse, si se deben planificar e implementar nuevos sistemas y si se necesita investigación y desarrollo para satisfacer las necesidades de los usuarios no satisfechas.

Una esfera de aplicación de la OMM describe una actividad homogénea para la cual es posible reunir un conjunto coherente de necesidades de observación de los usuarios acordadas por expertos de la comunidad que trabajan operativamente en esta esfera. Las Áreas de Aplicación actualmente identificadas son (SoG, Áreas de Aplicación):

1. PNT mundial;
2. PNT de alta resolución;
3. Predicción inmediata y a muy corto plazo;
4. Predicciones subestacionales a escalas de tiempo más largas;
5. Meteorología aeronáutica;
6. Predicción de la composición atmosférica;
7. Vigilancia de la composición atmosférica;
8. Suministro de información sobre la composición atmosférica en apoyo a los servicios en zonas urbanas y pobladas;
9. Aplicaciones oceanográficas;
10. Vigilancia del clima (SMOC);
11. B) Meteorología agrícola;
12. La hidrología;
13. Tiempo espacial.

En OSCAR/Requirements se registra el estado de las necesidades de los usuarios en materia de observación, y en el siguiente enlace se proporciona el estado de las necesidades de los usuarios en lo que respecta a las esferas de aplicación de la OMM: SoG, Áreas de Aplicación. Existe cierta variabilidad con respecto al nivel de madurez de los SoG de las diversas Áreas de Aplicación. Están actualizados los indicadores SoG de PNT global, PNT de alta resolución, PNT de difusión inmediata y predicción a muy corto plazo, Predicciones subestacionales a más largo plazo, Meteorología aeronáutica y Meteorología espacial. El SoG para aplicaciones oceánicas tiene unos años de antigüedad, pero se han tomado medidas para obtener actualizaciones. GCW, GAW, GCOS y WHO están trabajando para que las declaraciones de alto nivel se incluyan en este documento tan pronto como estén disponibles.

El Plan Estratégico de la OMM para el período 2020–2023, adoptado por la Cg-18, establece prioridades generales, que deben respetarse al identificar las principales brechas observacionales de los SoG. Se trata de:

1. el enfoque del «sistema terrestre»;
2. las prioridades en materia de beneficios socioeconómicos; y
3. reducción del riesgo de desastres en relación con condiciones meteorológicas de gran repercusión.

Como parte del enfoque del Sistema Terrestre de la OMM, la Tierra se considera un sistema integrado formado por la atmósfera, el océano, la criosfera, la hidrología terrestre, la biosfera y la geosfera. Esto fundamenta las políticas y los responsables de la toma de decisiones a partir de una mejor comprensión de las interacciones físicas, químicas, biológicas y humanas que determinan los estados pasado, presente y futuro de la Tierra. En este sentido, se considera que el Área de Aplicación del NWP Global es fundamental, ya que sus modelos necesitan datos de varios componentes del Sistema Tierra. Por lo tanto, se le concede una prioridad clave. Por lo tanto, se han incorporado interfaces entre los dominios del Sistema Terrestre. La mejora de las actividades de vigilancia y previsión ayuda a reducir los efectos de los desastres en relación con las condiciones meteorológicas de alto riesgo y a mejorar los beneficios sociales y socioeconómicos.

También se debe dar prioridad a la vigilancia y predicción en escalas espaciales subestacionales a más largo plazo para: aplicaciones y servicios climáticos, hidrología y distribución y variabilidad de los gases de efecto invernadero (GEI). Muchos de estos requisitos se superponen y son sinérgicos con las variables comunes de NWP, aunque a menudo se necesitan informes resumidos adicionales (diarios y mensuales). También hay necesidades de monitoreo y predicción de la composición terrestre, atmosférica (por ejemplo, contaminación) y las variables oceánicas que normalmente no utiliza el NWP.

En resumen, los siguientes impulsores y prioridades clave considerados en este documento son:

Factores claves[[3]](#footnote-4):

1. Mejora de la protección de la vida y los bienes, el riesgo de desastres y la reducción de los impactos
2. Clima de alto impacto
3. Otras esferas de aplicación, como los Servicios Urbanos Integrados o las aplicaciones oceánicas, ocuparán un lugar más destacado si en el futuro Plan Estratégico de la OMM se establecen prioridades en consecuencia.
4. Olas de calor, sequías y escasez de agua;
5. Inundaciones, Inundaciones (pluviales, fluviales, costeras);
6. Contaminación extrema
7. Mejora de los beneficios sociales y socioeconómicos
8. Servicios de transporte (aviación, carretera y ferrocarril, marina, navegación interior);
9. Disponibilidad y calidad de los recursos hídricos;
10. Servicios climáticos para la adaptación al cambio climático y la mitigación de sus efectos;
11. Agricultura, servicios acuícolas;
12. Apoyo a la producción de energía;
13. El turismo y los servicios recreativos;
14. Apoyo a los ecosistemas y la biodiversidad;
15. Servicios de salud

Áreas de aplicación de alta prioridad:

1. Global NWP, considerado como área de aplicación fundacional en el enfoque del sistema Tierra de la OMM, con especial atención a los requisitos de GBON (véase el anexo 4 para más detalles) e interfaces entre los dominios del sistema Tierra:
2. Atmósfera – Océano, incluidos los hielos marinos,
3. Atmósfera – Tierra;
4. Atmósfera – Criosfera;
5. Atmósfera – Hidrosfera.
6. Vigilancia del clima, aplicaciones y servicios;
7. Predicción subestacional a largo plazo;
8. Servicios de vigilancia e información sobre los gases de efecto invernadero para la gestión de las emisiones de gases de efecto invernadero,
9. Monitoreo hidrológico y servicios para la gestión hídrica.

Las Áreas de Aplicación se han seleccionado debido a las prioridades actuales del Plan Estratégico de la OMM y a los ámbitos del Sistema Terrestre en los que los programas de la OMM han establecido prioridades en los próximos cinco años. Otras aplicaciones, incluidas las aplicaciones oceánicas y urbanas, adquirirán más importancia en el futuro.

En el resto de este capítulo, se presentará una síntesis de las principales lagunas observacionales, junto con recomendaciones sobre la forma de subsanarlas, teniendo en cuenta las prioridades mencionadas anteriormente. Para obtener los SoG completos del área de aplicación respectiva, consulte el enlace anterior.

**2.1.1 PNT global**

Los sistemas globales de NWP producen pronósticos meteorológicos de corto y mediano alcance de hasta 10–15 días del estado de la atmósfera, con una resolución horizontal de típicamente 10–25 km y una resolución vertical de 10–30 m cerca de la superficie que aumenta a 500–1000 m en la estratosfera. Grandes conjuntos de múltiples miembros de tales pronósticos proporcionan estimaciones de incertidumbre. Los pronosticadores utilizan los resultados del modelo de NWP como guía para emitir pronósticos de variables meteorológicas importantes para su área de interés. La salida del modelo de conjunto se utiliza para predecir el riesgo de fenómenos meteorológicos extremos o graves y perjudiciales en términos de probabilidades. Dichos conjuntos requieren un buen conocimiento de la incertidumbre en el modelo de NWP y todos los datos de entrada, incluidas las observaciones. Los modelos globales de NWP también se utilizan para proporcionar condiciones límite para NWP regional, para modelos de alta resolución, para sistemas que predicen la calidad del aire y la composición atmosférica, y para oceanografía e hidrología operativas. Los recientes avances en los sistemas de pronóstico acoplados indican los beneficios de acoplar los modelos oceánicos y de hielo marino con la atmósfera para los pronósticos del NWP, siguiendo el enfoque del sistema Tierra. Tanto las observaciones basadas en la superficie como las observaciones por satélite contribuyen significativamente a la exactitud del NWP. Los datos de sondeo por satélite proporcionan una muy buena resolución y cobertura horizontales, pero una resolución vertical limitada.

Los modelos de NWP han mostrado un fuerte impacto positivo de instrumentos avanzados de sondeo de microondas como AMSU-A[[4]](#footnote-5), MHS y ATMS, y también de sondas de alta resolución espectral con resolución vertical mejorada (AIRS, IASI y CrIS). Las mediciones de ocultación de radio libres de sesgo ahora complementan otros sistemas a través de una alta precisión y resolución vertical con un impacto de NWP significativo demostrado. Los datos de investigación del Aeolus Doppler wind lidar han demostrado beneficios en los sistemas operativos, confirmando la necesidad de una misión operativa que proporcione información sobre el viento de alta resolución vertical.

Los modernos componentes de asimilación de datos de los sistemas NWP son capaces de hacer un uso efectivo de las observaciones sinópticas y asinópticas. Estos métodos han facilitado la extracción de información de series cronológicas de satélites de órbita terrestre baja y geoestacionarios, aeronaves y estaciones de superficie automatizadas, y de mediciones de las nubes, las precipitaciones, el ozono, etc. El mayor beneficio se obtiene de las observaciones disponibles en tiempo casi real. En la actualidad, varios tipos de mediciones in situ y datos de precipitaciones por radar no se difunden en todo el mundo. El intercambio casi en tiempo real de estas observaciones proporcionaría información adicional a los modelos de NWP, en particular sobre la humedad del suelo, la profundidad de la nieve o el equivalente en agua (SWE) de la capa de nieve, las ráfagas de viento, las precipitaciones (de pluviómetros y radares) y los datos del GPS en tierra.

La caracterización precisa de las superficies terrestres y de la criosfera plantea problemas específicos: a) la representación de modelos de procesos en pequeña escala que afectan al hielo marino, la nieve, las precipitaciones sólidas, las nubes de fases mixtas y las capas límite estables, incluidas las capas de los límites de las montañas, y sus incertidumbres; b) la limitada disponibilidad, mantenimiento/calidad e intercambio en tiempo real de las observaciones de la nieve y el hielo; c) la asimilación subóptima (normalmente sobre superficies cubiertas de nieve y hielo) de los grandes volúmenes de datos de los satélites en órbita polar debido a las ambiguas propiedades de las señales y a los errores sistemáticos más grandes de los modelos que en las latitudes más bajas; y d) la falta de productos satelitales que midan con precisión en las regiones de alta montaña las precipitaciones sólidas, la profundidad de la nieve o el SWE de la capa de nieve, el cambio de masa de los glaciares y el permafrost en todas las latitudes; y e) la coordinación continua que maximiza los beneficios de las observaciones de la criosfera desde el espacio utilizando el radar de apertura sintética.

La comunidad de NWP ha identificado las siguientes prioridades significativas para las mejoras en los sistemas de observación y su transmisión global:

1. Perfiles verticales del vector eólico horizontal (u,v) a todos los niveles fuera de las principales zonas pobladas, particularmente en los trópicos, para las regiones oceánicas y en la estratosfera;
2. Perfiles de temperatura y humedad de resolución vertical adecuada en zonas nubladas, en particular sobre los polos y las zonas terrestres escasamente pobladas en las que la utilización de datos satelitales sigue siendo difícil;
3. Disponibilidad más oportuna y distribución más amplia de varios tipos de mediciones basadas en la superficie, y datos de radar que se realizan pero no se difunden actualmente en todo el mundo;
4. Mayor cobertura de los datos sobre aeronaves, en particular de los perfiles de ascenso/descenso en los trópicos;
5. Difusión mundial de mediciones de radiosondas BUFR de alta resolución con información detallada sobre el tiempo y el espacio de todos los sitios de radiosondas;
6. Más observaciones de espesor de hielo marino, así como observaciones desde el Ártico y la criosfera en general sobre la profundidad de la nieve y el equivalente en agua de la capa de nieve;
7. Se necesitan más observaciones de los océanos (temperatura de la superficie del mar, salinidad de la superficie del mar y mediciones del perfil) y mediciones de los océanos cercanos a la superficie;
8. Mayor cobertura espacial y temporal (período de muestreo objetivo de 1 hora) de determinadas observaciones por satélite, por ejemplo, sondeo por microondas e infrarrojos hiperespectrales.

**2.1.2 Predicciones subestacionales a más largas**

Con el fin de proporcionar predicciones en escalas de tiempo subestacionales a decenales del orden de dos semanas a 10 años, generalmente se utilizan modelos de océano-tierra-atmósfera totalmente acoplados. Al igual que en la predicción meteorológica, los pronósticos de conjunto que utilizan estos modelos acoplados dan pronósticos probabilísticos de riesgo de eventos climáticos. En algunas partes, los requisitos para las predicciones subestacionales a más largas (SSLP) son esencialmente los mismos que para las NWP globales. Por lo tanto, el SoG de SSLP se centra en elementos que son importantes para la inicialización, validación y calibración de las predicciones subestacionales a escalas de tiempo más largas.

Las capacidades de observación en las regiones polares y montañosas son necesarias para apoyar una mejor parametrización de los procesos polares y montañosos, por ejemplo, nuevas técnicas de observación, productos de teleobservación para aplicaciones y nuevas estrategias para el diseño de redes y la asimilación de datos en terrenos complejos, a fin de abordar las necesidades de los sistemas de predicción del hielo tierra-atmósfera-océano-océano acoplados, incluida la inicialización de predicciones acopladas a través de las interfaces. Por ejemplo, la asimilación de las observaciones de hielo marino/océano en los sistemas de asimilación de datos para la inicialización se ve cuestionada por el gran modelo y las incertidumbres observacionales (por ejemplo, el grosor del hielo marino) y las complejas interacciones multiescala entre las variables de hielo marino.

Las oportunidades clave resumidas en las declaraciones de orientación para las mejoras de los modelos de SSLP son:

1. Los productos de temperatura de la superficie del mar (TSM) de alta calidad y entrega rápida son muy importantes para el progreso de las predicciones subestacionales a estacionales. Actualmente, la precisión y la escala espacial de dichos productos de SST diurnos son solo marginalmente adecuadas. Los buques y las boyas fondeadas y a la deriva proporcionan observaciones basadas en la superficie con una precisión aceptable, pero la cobertura y la frecuencia son escasas o marginales en grandes zonas.
2. Mejora de la estimación de la precipitación sobre los océanos.
3. Estimación precisa de las condiciones iniciales de la superficie terrestre, como la humedad del suelo y las características de la nieve, para las predicciones a escala subestacional.
4. El aerosol de sulfato estratosférico inyectado por grandes erupciones volcánicas explosivas tiene un impacto significativo en el clima mundial. Por lo tanto, las predicciones subestacionales a decenales requieren una distribución geográfica de la carga de aerosoles con resoluciones de 1–2 km verticales y mensuales.

**2.1.3 PNT de alta resolución**

Los modelos de NWP de alta resolución (HR) producen pronósticos de eventos meteorológicos con una resolución horizontal de 1–5 km. Tales pronósticos son más detallados debido a descripciones más realistas de fenómenos atmosféricos como las nubes y las precipitaciones. El detalle añadido es posible gracias a una rejilla computacional más fina, una especificación más detallada del terreno y una prescripción más precisa de los procesos físicos. Los modelos necesitan observaciones más densas y frecuentes para especificar las condiciones iniciales adecuadamente detalladas. Los esquemas de asimilación de datos para los sistemas NWP de HR a menudo requieren análisis frecuentes, cada 6, 3 o 1 hora, y por lo tanto observaciones frecuentes con un retraso de entrega más corto.

Los modelos de NWP de RR. HH. utilizan las mismas observaciones que el NWP global, además de algunos sistemas de observación locales basados en la superficie, en su mayoría ubicados en tierra, como los radares meteorológicos. En particular, los productos del PNT de RR. HH. se beneficiarían de:

1. Mejor uso de las observaciones de nubes y precipitaciones del radar meteorológico Doppler, incluidos los tipos de precipitación deducidos de las mediciones polarimétricas;
2. Mayor cobertura de las mediciones de perfil de temperatura y humedad en la capa límite, ya que aquí es donde la resolución vertical del modelo es más alta;
3. Mayor cobertura de los datos de las aeronaves, en particular de los perfiles de ascenso y descenso, incluida la humedad;
4. Más mediciones de las variables que describen la superficie terrestre, como la humedad del suelo y la profundidad de la nieve;
5. Observaciones temporales y espaciales de alta resolución basadas en la superficie en zonas urbanas, sobre el mar o sobre zonas propensas a fenómenos meteorológicos de gran impacto;
6. Observaciones del Sistema mundial de navegación por satélite (GNSS) basadas en tierra que proporcionan información sobre el vapor de agua total de la columna;
7. Plena utilización de observaciones satelitales de alta resolución espacial, tanto de órbitas geográficas como de ÓRBITAS geoestacionarias;
8. Datos de sondas infrarrojas hiperespectrales de alta frecuencia procedentes de la órbita geoestacionaria;
9. Temperatura de alta resolución y alta frecuencia de la superficie del mar, incluida la representación de frentes fuertes y gradientes inducidos por los procesos mesomesocales y submesocales del océano en zonas costeras, en el penacho de los ríos, en afloramientos, en zonas de alta energía y turbulentas durante el pronóstico y el pronóstico.

**2.1.4** Predicción  **inmediata y predicción a muy corto** plazo

Los pronósticos para las próximas 0–2 horas se llaman Nowcasting (NWC), de 2–12 horas Muy Pronóstico a Corto Plazo (VSRF), y Pronóstico a Corto Plazo más allá de eso. Las técnicas de transmisión utilizan la extrapolación de las observaciones, aplicando reglas heurísticas para modificar estas observaciones en el futuro, como el desplazamiento de las células de la tormenta mediante el seguimiento de los vectores derivados. Con el aumento del tiempo de espera, las reglas sinópticas y los datos de NWP se hacen cargo. Dependiendo de los fenómenos, nowcasting y VSRF cubren escalas espaciales desde el micro-alfa (cientos de metros a 2 km) hasta el meso-alfa (200–2000 km). Las escalas temporales son de unos pocos minutos a 12 o más horas.

Las técnicas de Nowcasting y VSRF pueden aplicarse a muchos fenómenos. Se utilizan con mayor frecuencia para pronosticar tormentas convectivas con fenómenos concomitantes; características de mesoescala asociadas con tormentas extratropicales y tropicales; niebla y nubes bajas; eventos de precipitación forzada localmente; clima invernal (nieve, hielo, heladas, ventiscas, avalanchas); incendios forestales y áreas contaminadas por contaminación del aire, accidentes químicos o radiactivos. La resolución horizontal de las observaciones para pronosticar estos fenómenos es aceptable en algunas zonas pobladas, pero marginal o inexistente en zonas escasamente pobladas y sobre el mar. Solo un subconjunto de todas las observaciones de superficie disponibles llega en tiempo útil a los NMHS. Los datos de las redes de radares meteorológicos tienen altas resoluciones temporales y espaciales y proporcionan información importante sobre la estructura interna y los movimientos de las tormentas graves, y son esenciales para la detección de las condiciones meteorológicas de alto impacto en tiempo real, pero los emplazamientos de los radares sólo se encuentran en zonas pobladas y debe mejorarse el intercambio transfronterizo de datos.

En la actualidad, los MRV se generan con mayor frecuencia con modelos de PNT regionales y locales de alta resolución, algunos de ellos con ciclos de actualización rápidos. En los últimos años, nowcasting y VSRF se basan cada vez más en técnicas de combinación que combinan varias fuentes de datos (tanto in situ como de observación por teledetección, NWP, datos de estadísticas de salida de modelos (mos), topografía de alta resolución, reglas heurísticas) de manera fluida utilizando pesos dependientes del tiempo de espera, tanto deterministas como probabilísticos. La explotación de métodos modernos basados en datos (IA, aprendizaje profundo) y el uso de datos no convencionales de crowdsourcing (por ejemplo, datos de teléfonos inteligentes) han ganado atractivo para las aplicaciones de transmisión ahora. Los pronosticadores humanos también desempeñan un papel inestimable (actualmente insustituible) en los plazos requeridos del VSRF. En esos plazos también entran en juego los datos de las redes "integrales" e incluso los datos de mala calidad para apoyar el juicio humano.

Las lagunas observacionales clave aquí discutidas se concentran en usos distintos a través de la asimilación de datos y NWP, que ya se cubren en las secciones anteriores. Las propuestas para subsanar las deficiencias de Nowcasting y VSRF son las siguientes:

1. Podrían utilizarse datos adicionales procedentes de muchas mesoredes locales si los datos estuvieran ampliamente disponibles. (Obtención colectiva de datos e imágenes para la identificación y difusión inmediata de los efectos meteorológicos);
2. Deberían instalarse más radares meteorológicos cerca de zonas sensibles, como aeropuertos, puertos y ciudades, pero no inmediatamente en ellas;
3. Perfiladores de viento por radar que proporcionan perfiles con alta resolución vertical a intervalos subhorarios – su cobertura geográfica está restringida a unas pocas regiones del mundo;
4. Los nuevos sistemas lidar para el perfilado de la temperatura y el vapor de agua proporcionan perfiles verticales precisos de alta resolución, pero en la actualidad hay muy pocos instrumentos en funcionamiento en todo el mundo;
5. las redes terrestres de detección de rayos con una buena eficiencia de detección solo están disponibles en su mayor parte en los países desarrollados; los instrumentos espaciales de detección de rayos que pueden llenar las lagunas están en funcionamiento en satélites GEO lanzados recientemente, como GOES y FY (y pronto también MTG), pero aún no tienen una cobertura mundial completa de detección de rayos en GEO;
6. observaciones basadas en aeronaves: se dispone de perfiles precisos de Retransmisión de Datos Meteorológicos de Aeronaves (AMDAR) de ascenso y descenso desde las proximidades de aeropuertos con buena cobertura espacial y temporal, y se dispone de observaciones de nivel de vuelo AMDAR de las principales rutas de vuelo; las observaciones de AMDAR se complementan cada vez más con datos de aeronaves de sistemas regulados por la OACI y la ATM (ADS-C y ADS-B/Modo-S);
7. datos satelitales: la obtención rápida de imágenes a bordo de satélites geoestacionarios que muestren la superficie de la Tierra a una frecuencia de 2 ms es fundamental para la transmisión de imágenes desde el aire, pero no está plenamente disponible para todos los satélites geoestacionarios. Los satélites geoestacionarios de nueva generación también están proporcionando observaciones de rayos que, combinadas con datos de imágenes, pueden mitigar potencialmente la falta de observaciones de radar. Este potencial debería explorarse a fondo.

**2.1.5 Meteorología aeronáutica**

Los servicios meteorológicos aeronáuticos apoyan la seguridad, la eficiencia y la capacidad del tránsito aéreo a escala mundial, lo que genera beneficios económicos y medioambientales. Los requisitos básicos se expresan en el Anexo 3 al Convenio de la OACI sobre Aviación Civil Internacional - Servicio meteorológico para la navegación aérea internacional. La Meteorología Aeronáutica tiene un papel global, donde sus usuarios van desde los pilotos, el control y la gestión del tránsito aéreo hasta las oficinas de despacho de las aerolíneas y las autoridades aeroportuarias. El Sistema mundial de pronósticos de área (WAFS) de la OACI es una de las múltiples instalaciones y servicios requeridos en virtud del anexo 3 de la OACI. El WAFS define pronósticos que serán publicados en múltiples formatos por dos Centros de Pronósticos de Área Mundial (WAFC) designados por la OACI, Londres y Washington. Los pronósticos mundiales de WAFS producidos por las WAFC se obtienen utilizando una combinación de observaciones terrestres y satelitales, así como modelos de NWP. Entre otros tipos de instalaciones y servicios requeridos en virtud del anexo 3 de la OACI figuran el suministro de observaciones meteorológicas, informes, pronósticos, alertas y alertas en los aeródromos y el suministro de información sobre la ocurrencia o la ocurrencia prevista de condiciones meteorológicas peligrosas en el espacio aéreo en ruta (conocido como SIGMET). En algunos países, estas instalaciones y servicios se complementan con métodos de predicción a corto plazo y de difusión inmediata. Las necesidades de los usuarios figuran en la base de datos de la OMM sobre análisis y examen de la capacidad de los sistemas de observación (OSCAR).

Para las previsiones y alertas en la zona terminal más amplia, las mediciones basadas en la superficie y la tecnología de teledetección basada en tierra tienen el potencial de satisfacer las necesidades. Estos se cubren para grandes centros en países desarrollados, pero sus altos costos obstaculizan la disponibilidad general y global. Los mecanismos de fomento de la capacidad que se explican en el capítulo 4 del presente documento podrían mejorar la situación en los países en desarrollo.

En los grandes aeropuertos internacionales, los usuarios necesitan nuevos pronósticos de terminales y avisos para las zonas de aproximación y salida más amplias. Los desafíos en las observaciones y, por lo tanto, la previsión y la advertencia específicas de la aviación incluyen la observación de cizalladuras/microexplosiones, turbulencias, cenizas volcánicas y concentración de SO2 y baja visibilidad. Para estos aeropuertos se solicitarán meso-redes, incluyendo detección de rayos, radar LIDAR y Doppler con funcionalidad de doble polarización junto con algoritmos nowcasting.

La evolución de las necesidades de los usuarios y la evolución del entorno operacional están dando lugar a una migración progresiva de las observaciones hechas por el hombre a las observaciones totalmente automatizadas en los aeródromos.

En algunos países, la elaboración de informes meteorológicos de rutina y especiales de aeródromo (METAR y SPECI), mediante observaciones humanas u observaciones totalmente automatizadas, puede ser la única fuente de observaciones de superficie (terrestres) periódicas, fiables y de alta calidad, es decir, puede no ser complementaria de la disponibilidad de los informes SYNOP. La política vigente requiere que los servicios meteorológicos que comprenden todas las observaciones, informes, pronósticos, alertas y alertas que respaldan la navegación aérea internacional y están controlados bajo los auspicios del Convenio de la OACI, que pueden estar sujetos a recuperación de costes nacionales o multinacionales, se pongan a disposición únicamente en el Servicio Fijo Aeronáutico (AFS) de la OACI. En consecuencia, METAR/SPEC y otros tipos de observaciones/informes meteorológicos, como los informes aéreos especiales (AIREP), no se incluyen en el WIGOS.

**2.1.6 Meteorología espacial**

El clima espacial es el estado físico y fenomenológico del entorno espacial natural, que incluye el Sol, el viento solar, la magnetosfera, la ionosfera y la termosfera, y su interacción con la Tierra. Procedentes del Sol, las perturbaciones del clima espacial evolucionan durante su propagación a través de los medios interplanetarios antes de llegar al espacio cercano a la Tierra, perturbando la magnetosfera y la ionosfera e impactando el campo magnético de la Tierra. Los fenómenos meteorológicos espaciales pueden afectar negativamente a las infraestructuras y tecnologías esenciales que operan en el espacio y en la Tierra.

Múltiples tipos de infraestructura tecnológica moderna se ven afectados por la meteorología espacial. Entre esas tecnologías vulnerables figuran los satélites, la navegación y las comunicaciones, las redes eléctricas y las operaciones de oleoductos y gasoductos, la aviación y otras. El inicio del servicio operacional de meteorología espacial de la OACI en noviembre de 2019 ha definido nuevos requisitos de alta prioridad para el suministro continuo de datos casi en tiempo real y para la emisión basada en eventos de nowcast y previsión de impactos en algunas de estas tecnologías y en la aviación. La solidez y la continuidad de las mediciones distan mucho de ser suficientes para satisfacer las demandas existentes.

Los servicios de meteorología espacial se prestan en el marco de iniciativas nacionales y por consorcios y organizaciones multinacionales. El Servicio Internacional del Entorno Espacial actúa como centro de coordinación de los centros de meteorología espacial ubicados en diferentes países. En la actualidad, los servicios de meteorología espacial dependen de instalaciones operativas y de investigación, tanto terrestres como espaciales, que no están plenamente integradas en redes de observación coordinadas capaces de suministrar datos casi en tiempo real para fines operativos. El análisis de las deficiencias en las “Declaraciones de Orientación para los Servicios de Meteorología Espacial” describe las necesidades operacionales de seis categorías, a saber, energía solar, energía eólica y heliosfera, partículas energéticas en el entorno cercano a la Tierra, ionosfera, termosfera y campo geomagnético. Consulte la Sección 2, Observaciones solares, de la Declaración de orientaciones para obtener recomendaciones sobre cómo abordar las brechas identificadas.

**2.1.7 Aplicaciones oceanográficas**

Estas recomendaciones se han derivado de una versión preliminar del documento SoG preparado en 2016 y actualizado en 2021 por el Equipo de Tareas de Evaluación del Sistema de Observación Ocean Predict. Los principales desafíos son la observación de la biogeoquímica de los océanos a escala mundial, las observaciones espaciales de alta resolución y las observaciones costeras.

1. El satélite proporciona información esencial sobre el estado de la superficie del mar para restringir los modelos de predicción oceánica del "océano azul" y, en particular, la física oceánica, incluidas las olas. Información sobre la altura significativa de las olas, las corrientes geostróficas, la altura del nivel del mar, la temperatura y, desde hace poco, la salinidad. Las características de mesoescala se obtienen a partir de satélites a escala mundial con una resolución cada vez mayor. En el caso de la altimetría satelital, para obtener una resolución espacial satisfactoria (es decir, <100 km y menos aún para las zonas costeras) se requiere una combinación de varios instrumentos. Sin embargo, la resolución sobre los productos de altimetría en las regiones costeras es demasiado tosca. La altimetría de próxima generación basada en la observación de una amplia extensión (por ejemplo, topografía oceánica y de aguas superficiales (SWOT)) es prometedora para estos fines y proporcionará observación a mayor resolución (<50 km).
2. En general, es muy necesario utilizar sinérgicamente los datos de las misiones de satélites y las plataformas basadas en la superficie para elaborar productos oceánicos precisos. Por ejemplo, para apoyar el desarrollo de productos oceánicos de alta calidad en materia de altímetros, color de los océanos y salinidad oceánica se necesitan mediciones a partir de medidores de marea y de deriva, salinidad de la superficie del mar, temperatura y datos radiométricos. Esta coordinación sigue siendo insuficiente. Esto es particularmente crítico en algunas regiones, como las zonas costeras y el océano polar.
3. La dinámica del océano costero está fuertemente gobernada por sus límites laterales. La calidad de las predicciones oceánicas puede verse afectada negativamente por un forzamiento de resolución demasiado grueso. Una información de alta resolución sobre el calor, el agua, los flujos de nutrientes de la atmósfera y la tierra mejoraría el rendimiento de los sistemas de pronóstico costero. Para el cálculo de las olas oceánicas, la exactitud de los datos del viento superficial del satélite es insuficiente, especialmente en el rango de velocidad del viento tormentoso. La dinámica costera puede ser observada por el radar de alta frecuencia que mide la corriente superficial.
4. La asimilación de la concentración de hielo marino observada por los radiómetros de microondas satelitales como el SSMI/SSMIS de AMSRE/AMSR2, etc., se realiza a menudo en sistemas de predicción subestacionales a más largo plazo, y tiene un impacto crucial en las estimaciones exactas del estado inicial del hielo marino. La capacidad de observación actual durante la temporada de congelación es suficiente si se considera la calidad actual de los sistemas de predicción subestacionales a más largos. Algunas investigaciones indican que la asimilación del espesor del hielo marino es eficaz para mejorar las predicciones de la extensión del hielo marino en las temporadas de fusión del hielo.
5. Muestreo de 6 horas de las mediciones del dispersómetro para el viento de superficie.
6. La calidad de la predicción oceánica de la superficie del mar mejora si los modelos oceánicos asimilan los datos de superficie y subsuperficie. La llegada de plataformas autónomas como Argos, planeadores, boyas y amarres ha mejorado la calidad de los pronósticos oceánicos que ofrecen observaciones en modo (N)RT. En particular, las plataformas autónomas con detección de hielo marino son particularmente útiles en el océano polar, donde la brecha observacional (en tiempo real) dificulta la fiabilidad de los pronósticos de hielo marino con impacto en el NWP.
7. Durante el próximo decenio, se espera un auge de la observación biogeoquímica por satélite y basada en la superficie (por ejemplo, flotadores BGC Argo, planeadores), lo que aumentará la capacidad de previsión del “océano verde” (bioquímica y ecosistema).

**2.1.8 Monitoreo del clima**

Un sistema mundial de observaciones climáticas, basado tanto en la superficie como en los satélites, conlleva cuantiosos beneficios para todos los países y para la sociedad. Respaldan los resultados de los modelos, los pronósticos y las proyecciones mundiales. Los sistemas de alerta de emergencia se sirven de modelos y observaciones locales integrados en un sistema de modelización mundial, y para llevar a cabo actividades de planificación se suelen utilizar modelos de escala reducida obtenidos a partir de resultados mundiales. Además, los datos rigen la formulación de las políticas relacionadas con el clima: la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) es un proceso de índole científica que utiliza tanto las evaluaciones del IPCC sobre el estado del clima basadas en observaciones climáticas como los informes sobre el estado del clima basados en observaciones. La protección y la ampliación de los sistemas de observación necesarios para el monitoreo a largo plazo del Sistema Tierra requiere esfuerzos considerables y colaboración a todos los niveles, incluidas las organizaciones internacionales, los organismos nacionales y la comunidad científica.

Muchos de los requisitos clave para la vigilancia del clima son similares a los identificados para otras aplicaciones (véase más arriba). Sin embargo, las necesidades climáticas suelen ir mucho más allá de las previsiones meteorológicas, ya que se necesitan altos niveles de precisión y coherencia para detectar los cambios a largo plazo inherentes a las variaciones diurnas, estacionales y plurianuales. Se requieren datos de observación históricos de fuentes bien distribuidas en todo el mundo para establecer las tendencias a largo plazo necesarias para comprender y planificar mejor los cambios climáticos futuros. También se requieren observaciones históricas para el reanálisis del clima, con múltiples beneficios para la vigilancia del clima y sus aplicaciones, incluida la adaptación. Por último, la vigilancia del clima requiere un conjunto de observaciones que abarquen también las observaciones terrestres y oceánicas. El SMOC especifica actualmente 54 variables climáticas esenciales que contribuyen de manera fundamental a la caracterización del clima de la Tierra.

Por lo tanto, los requisitos clave para la vigilancia del clima incluyen:

1. respaldar de forma constante y a largo plazo un sistema mundial para la realización de observaciones climáticas;
2. observaciones de referencia: El SMOC ha establecido la Red de referencia del SMOC para las zonas de altitud (GRUAN) y está en vías de establecer, junto con la OMM, una Red de referencia del SMOC para las zonas de altitud (GSRN); en los últimos años se ha avanzado considerablemente en la aplicación del GRUAN; la red se ha ampliado considerablemente para incluir varias estaciones en regiones que anteriormente estaban insuficientemente representadas, incluida la primera estación en los trópicos y en la Antártida;
3. administración, archivo y acceso de datos: para preservar el registro de datos climáticos fundamentales, es esencial una administración, archivo y acceso de datos adecuados; el rescate de datos de formatos impresos o digitales arcaicos es esencial para garantizar la serie temporal más larga posible del registro de datos básicos;
4. intercambio de resúmenes diarios y mensuales (mensajes CLIMAT y DAILY-CLIMAT) y de datos históricos y NRT recopilados por los Miembros;
5. inclusión de observaciones de varios ECV terrestres y oceánicos adicionales que normalmente no se miden mediante NMHS.

El Informe de estado del GCOS 2021 se publicará en octubre de 2021 y proporciona información más específica sobre las brechas existentes. Las principales conclusiones sobre las lagunas existentes en el presente informe son las siguientes:

1. Todavía existen lagunas en la cobertura mundial de las observaciones in situ: las observaciones basadas en la superficie para casi todas las ECV son consistentemente deficientes en ciertas regiones, en particular en partes de África, América del Sur, el sureste asiático, el océano austral y las regiones cubiertas de hielo.
2. Las observaciones in situ realizadas sobre el hielo siguen siendo todo un desafío a causa de las dificultades logísticas.
3. Prevalecen grandes deficiencias en las observaciones oceánicas, en particular a lo largo de los límites continentales, los océanos polares y los mares marginales. Las mediciones subsuperficiales de los océanos son decisivas para poder monitorear el sistema climático y elaborar pronósticos. La decisión de ampliar el programa Argo (flotadores con perfiles oceánicos) a toda la columna de agua y bajo el hielo marino, con inclusión de variables biogeoquímicas, aborda ese problema, pero es necesario mantener ese esfuerzo.
4. Entre las deficiencias en las observaciones por satélite cabe destacar la reducción del ozono en la troposfera para complementar la limitada cobertura de las observaciones en superficie y determinar las tendencias, así como un instrumento para medir los perfiles estratosféricos de CH4 en todo el mundo.
5. Las observaciones de muchos ECV no están financiadas de forma sostenible. Observaciones como la composición atmosférica, el permafrost y los océanos profundos dependen de la financiación a corto plazo sin garantía de funcionamiento a largo plazo.

Los paneles del SMOC, AOPC, OOPC y TOPC, iniciarán la discusión para proponer acciones para mejorar el Sistema Mundial de Observación del Clima y abordar las brechas identificadas en el Informe de Estado. Las acciones identificadas se incluirán en la próxima versión del plan de implementación del SMOC, que se publicará en octubre de 2022.

**2.1.9 Composición atmosférica**

El componente de observación del Programa VAG proporciona información mundial sobre la composición química y las características físicas pertinentes de la atmósfera. Estas observaciones respaldan múltiples aplicaciones y se necesitan para reducir los riesgos medioambientales para la sociedad, dar cumplimiento a los requisitos de las convenciones y los convenios relacionados con el medioambiente, reforzar las capacidades para predecir la calidad del aire, el clima y el tiempo, y contribuir a evaluaciones científicas que apoyen las políticas medioambientales[[5]](#footnote-6). GAW ayuda a los países Miembros a observar y compartir datos sobre la composición atmosférica. La composición atmosférica y sus cambios tienen múltiples impactos en nuestras vidas y nuestro medio ambiente. Los cambios en las concentraciones de gases de efecto invernadero están bien documentados en las observaciones. Los datos de la red mundial de observaciones de gases de efecto invernadero son difundidos por el Centro Mundial de Datos sobre Gases de Efecto Invernadero (WGCGG), auspiciado por el Servicio Meteorológico del Japón. Esta red mundial se complementa con los datos de los proyectos emprendidos por el Sistema Mundial Integrado de Información sobre los Gases de Efecto Invernadero del GAW, que examina la distribución de los gases de efecto invernadero con mayor resolución espacial y temporal para apoyar las estimaciones de las emisiones en apoyo de diferentes objetivos (desde la escala urbana y de las instalaciones hasta la nacional). En la Estrategia Mundial de Carbono de las Observaciones de la Tierra (GEO) figura un diseño integral de la red para los estudios de los ciclos del carbono. Además, la constelación virtual de composición atmosférica del Comité sobre Satélites de Observación de la Tierra (CEOS) elaboró un libro blanco en el que se describía la forma en que las estimaciones de CO2 y CH4 procedentes de sensores espaciales podían integrarse en un sistema mundial de vigilancia del carbono. Las observaciones de gases de efecto invernadero permiten hacer un seguimiento de los cambios en los factores climáticos, identificar los puntos críticos de las emisiones, establecer objetivos de reducción de las emisiones y evaluar los progresos realizados o adoptar nuevas medidas en materia de migración en el marco del Acuerdo de París.

Las observaciones del ozono han demostrado el éxito del tratado y el comienzo de la recuperación de la capa de ozono desde 2000 (Evaluación científica de 2018[[6]](#footnote-7)). Se ha estimado que la mala calidad del aire local y regional debido al alto nivel de contaminantes atmosféricos causa siete millones de muertes prematuras cada año (Organización Mundial de la Salud, 2016). Los datos sobre la abundancia de aerosoles y gases reactivos son clave para determinar las amenazas agudas para la salud y se utilizan en las estimaciones de la Carga Mundial de Enfermedades (Shaddick y otros, 2021[[7]](#footnote-8)). La entrega de esos datos casi en tiempo real es crucial para mejorar la precisión de las previsiones que pueden utilizarse para emitir alertas y orientar las medidas de mitigación. Las observaciones también se utilizan para establecer medidas de política que aborden los contaminantes atmosféricos, para monitorear el cumplimiento y para evaluar el impacto de esas medidas (Maas, R., P. Grennfelt (eds.), 2016[[8]](#footnote-9)).

Aunque la red de observaciones de GAW está creciendo, siguen existiendo importantes lagunas (Laj y otros,, Boletín de la OMM Vol 68 (2) – 2019). No hay infraestructura de observación en grandes zonas del mundo. Además, algunas observaciones no se comparten y, por consiguiente, no están a disposición de la comunidad internacional, ya sea por conducto de la GAW o de otros mecanismos.

Si bien la cobertura y la disponibilidad de datos representan desafíos claros, la calidad de los datos de observación es otro aspecto que debe considerarse. Algunas observaciones no tienen metadatos que describan la calidad de los datos que impiden su plena utilización. Los requisitos de observación se aplican no solo a la calidad de los datos de observación brutos. También definen la calidad de los productos y servicios finales que se basan en ellos, y la oportunidad con la que se ponen a disposición.

**El seguimiento de la composición atmosférica** abarca las aplicaciones relacionadas con la evaluación de las distribuciones de la composición atmosférica y el análisis de los cambios en la misma, temporal y espacialmente, a escala regional y mundial. Dichas aplicaciones respaldan las evaluaciones científicas y los estudios de procesos y requieren una incertidumbre muy pequeña de los datos y la representatividad de los datos a nivel mundial o regional, mientras que las demoras en la entrega de datos pueden ser bastante sustanciales para garantizar una alta calidad de las observaciones. Existen sinergias con la estrategia de observación del SMOC y sus ECV de monitoreo global.

En cuanto al ozono, en la Reunión del Administrador de Investigaciones sobre el Ozono de 2021 se tomó nota de la necesidad de restablecer y ampliar la vigilancia periódica a largo plazo cuando se determinen claramente las necesidades científicas. Las regiones clave son las de intercambio troposfera-estratosfera, como las regiones del Monzón, el sureste asiático, el continente marítimo y las regiones montañosas. Las mediciones del ozono y de la radiación ultravioleta también deben dirigirse a las zonas con escasez de datos (por ejemplo, América del Sur, África y Asia) y a la región intertropical para detectar con precisión los cambios en la circulación de Brewer-Dobson y otros fenómenos de transporte.

Los requisitos de cobertura mundial para vigilar una amplia gama de variables de composición atmosférica requieren el uso de plataformas satelitales para realizar observaciones completas y coherentes. La combinación existente de estaciones de vigilancia terrestres y datos de teleobservación sigue siendo insuficiente para identificar con precisión las fuentes de muchos constituyentes atmosféricos y su transporte en la atmósfera.

Se ha desarrollado la vigilancia mundial de los GEI atmosféricos, como el CO2 y el CH4 en apoyo de la vigilancia del clima, aprovechando los activos de los datos de satélites de NWP y GEI recopilados de satélites de observación de GEI recientes (por ejemplo, GOSAT, OCO-2, TROPOMI). La capacidad ha madurado cada vez más y los principales centros de modelización y asimilación de datos, como el Centro Europeo de Previsiones Meteorológicas a Plazo Medio (CAMS) y la Oficina Mundial de Modelización y Asimilación (GEOS) de la NASA, están produciendo productos.

La implementación del Acuerdo de París requerirá que los países y entidades subnacionales (por ejemplo, megaciudades) tomen medidas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero de manera óptima. Para ayudarlos a cumplir sus compromisos, la OMM ha iniciado el desarrollo de un Sistema Mundial Integrado de Información sobre los Gases de Efecto Invernadero. La IG3IS combina mediciones atmosféricas precisas con datos de actividad socioeconómica mejorados y análisis de modelos para proporcionar información a los creadores de inventarios en apoyo de sus esfuerzos por compilar e informar y reducir la incertidumbre de la presentación de los inventarios nacionales de emisiones a la CMNUCC.

La IG3IS está aprovechando, integrando y mejorando las redes de medición basadas en la superficie existentes y previstas, las observaciones aéreas y por satélite, los marcos de modelización y los sistemas de asimilación de datos, para ayudar a colmar lagunas fundamentales en esos sistemas. En colaboración con LOS DIRECTORES EJECUTIVOS y el Grupo de Coordinación de los Satélites Meteorológicos (GCSM), la IG3IS integrará las mediciones de CO2 y CH4 en la superficie y en el aire con las de los sensores espaciales disponibles y previstos para desarrollar un prototipo de producto de flujo de CO2 y CH4 atmosférico mundial a tiempo para apoyar a los creadores de inventarios en su elaboración de inventarios de emisiones de GEI para el inventario mundial de 2023.

**La predicción del cambio en la composición atmosférica** y sus fenómenos ambientales inducidos abarca las aplicaciones a escala mundial y regional, con resoluciones horizontales similares a la predicción numérica del tiempo a nivel mundial (aproximadamente 10 km y más), y con estrictos requisitos de puntualidad (casi en tiempo real). La incertidumbre de estas observaciones puede ser mayor que en el caso del seguimiento. Estas aplicaciones incluyen soporte para operaciones como predicciones de calidad del aire y clima químico, advertencias de tormentas de arena y polvo, dispersión de penachos de incendios forestales y predicción de niebla. Existen claras conexiones y sinergias con muchas de las aplicaciones de predicción numérica del tiempo.

La predicción numérica de las propiedades de las partículas de aerosol se ha convertido en una actividad importante en muchos centros meteorológicos de investigación y operativos. Esto se debe al creciente interés de un conjunto diverso de partes interesadas, como los organismos reguladores de la calidad del aire, las autoridades militares y de aviación, los gerentes de plantas de energía solar, los proveedores de servicios climáticos y los profesionales de la salud. Benedetti y otros (2018) describieron los vacíos observacionales de aerosoles pendientes, incluida la necesidad de mejorar la especiación de aerosoles y las distribuciones de tamaño de aerosoles para la modelización y la asimilación y verificación de datos.

La predicción de la composición atmosférica también requiere la validación de modelos y productos, datos para investigación y desarrollo, datos para calificar las mejoras del modelo y otras necesidades para respaldar servicios como el Servicio de Monitoreo Atmosférico de Copernicus (CAMS). Peuch describió las brechas en las previsiones operacionales en la Conferencia de la OMM sobre Datos de 2020. Estas lagunas existen en gran parte de África, América del Sur y Asia sudoriental. Es necesario mejorar la composición de los aerosoles y la fracción ultrafina, las concentraciones de gases de efecto invernadero de alta precisión, los óxidos de nitrógeno de alta precisión, los compuestos orgánicos volátiles y los isótopos estables. El dominio vertical sigue siendo un desafío. Hay muy pocos sondes, globos y plataformas de aviones comerciales.

La utilización de observaciones satelitales para las mediciones de la troposfera y las mediciones cercanas a la superficie de la composición química de la atmósfera (sólo para algunas variables) sólo está surgiendo fuera del ámbito académico (por ejemplo, el instrumento de vigilancia del medio ambiente geoestacionario de Corea del Sur (SIMUVIMA), recientemente lanzado). Si bien las plataformas geoestacionarias mejorarán nuestra capacidad para monitorear, pronosticar y administrar la calidad del aire, los planes actuales para el futuro WIGOS carecen de la constelación de misiones GEO dedicadas necesarias para el monitoreo continuo de la calidad del aire.

**El suministro de información sobre la composición de la atmósfera en apoyo de los servicios en las zonas urbanas y pobladas** da lugar a un conjunto muy específico de requisitos de observación que se dirigen a las megaciudades y los grandes complejos urbanos (con una resolución horizontal de unos pocos kilómetros o menos, por ejemplo, la manzana de la ciudad) y, en algunos casos, con estrictos requisitos de oportunidad. Una característica distintiva de esta categoría de aplicaciones es su énfasis en la investigación en apoyo de servicios operativos, como la predicción de la calidad del aire, que utilizan enfoques como proyectos piloto y demostraciones de viabilidad, como el desarrollo de un nuevo servicio de predicción de la calidad del aire en varias ciudades de América Latina. Los sistemas amplios de previsión a escala urbana pueden ayudar a aumentar la resiliencia de estos centros urbanos y proporcionar sistemas de alerta temprana para un conjunto completo de condiciones meteorológicas y ambientales.

El Proyecto de investigación de la VAG sobre meteorología y medio ambiente urbanos (GURME) desempeña un papel importante en el desarrollo de estos modelos a escala urbana que deben combinar estrechamente la meteorología, la composición atmosférica, la hidrología y los procesos climáticos. En línea con el desarrollo de los sistemas urbanos, GURME trabajará con otros para definir los sistemas de observación que pueden apoyar la evaluación y eventualmente la asimilación en estas escalas.

Un requisito de observación importante es determinar las emisiones antropógenas en las principales ciudades urbanas. Para tener en cuenta las fuentes de manera realista, también se necesitan inventarios de emisiones de las actividades humanas con una resolución relativamente mayor. El establecimiento de estaciones locales para permitir y mejorar la investigación y los servicios en las zonas afectadas por fuentes de emisión cercanas contribuirá a colmar esta laguna. Las estaciones locales complementan los datos sobre contaminación atmosférica recopilados por las autoridades reguladoras locales o pueden constituir un núcleo para la creación de dichas redes en regiones que no cuentan con un sistema operativo de control de la calidad del aire.

La IG3IS proporciona a las regiones que constituyen grandes fuentes urbanas información oportuna y cuantificada sobre el volumen, la tendencia y la atribución por sector de sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a fin de evaluar y orientar el progreso hacia la consecución de los objetivos de reducción de emisiones. IG3IS determina las expectativas y necesidades de las partes interesadas a través de la conexión directa con las autoridades de la ciudad y a través de la creación de un grupo asesor de partes interesadas y ciudades piloto. A través de una serie de proyectos de demostración, estas interacciones están facilitando un mejor diseño de la red de medición y están apoyando las mejoras del inventario y la identidad de las anomalías de las emisiones.

**2.1.10 Nuevos servicios de** la criosfera

La criosfera es la parte del sistema climático de la Tierra que incluye la precipitación sólida, la nieve, el hielo marino, el hielo lacustre y fluvial, los icebergs, los glaciares y los casquetes glaciales, las capas y plataformas de hielo, el permafrost y el suelo estacionalmente congelado. Es un componente importante del sistema climático de la Tierra, y afecta el presupuesto energético por intercambio de calor, humedad y a través de la retroalimentación de albedo-temperatura. La mayor variabilidad de la capa de nieve, el retroceso generalizado de los glaciares, la disminución del hielo marino y el deshielo del permafrost en todas las latitudes y altitudes tienen importantes consecuencias para las economías, las sociedades y el medio ambiente. Las estrategias prácticas de mitigación y adaptación requieren predicciones precisas de los cambios previstos en la criosfera, en escalas de tiempo pertinentes para aplicaciones como las predicciones de los océanos y la atmósfera y la vigilancia del clima. A pesar de los grandes progresos realizados en los últimos años, en la actualidad las predicciones exactas se ven obstaculizadas por la insuficiencia de las observaciones de la criosfera, la comprensión de los procesos y las capacidades de modelización[[9]](#footnote-10). Para cuantificar las tendencias que comprenden el comportamiento climático e identificar los cambios se necesitan observaciones que abarquen varias décadas, ya que los diferentes componentes de la criosfera tienen escalas temporales diferentes.

En las regiones polares y montañosas, la producción de predicciones precisas y fiables de las próximas horas a las estaciones es más difícil que en otras regiones debido a problemas específicos relacionados con la comprensión de los procesos, la modelización y las lagunas de observación de la criosfera. En las estaciones y zonas con nieve y hielo marino, no hay un uso óptimo de las observaciones de superficie y basadas en satélites disponibles para la predicción meteorológica e hidrológica y la vigilancia del clima. La mayoría de las observaciones de la criosfera existentes, por ejemplo, el hielo marino, los glaciares, el permafrost y la nieve, están fragmentadas en múltiples instituciones, a veces forman parte de programas de investigación, y a menudo no están sujetas a normas y reglamentos, por lo que su producción es muy variable. El uso de normas acordadas de común acuerdo permitiría a los centros y organismos de datos aumentar la confianza en el suministro rutinario de información. Muchas regiones montañosas han seguido estando insuficientemente vigiladas, ya que las estaciones de observación son escasas en elevaciones elevadas, lo que conduce a un sesgo altitudinal, por ejemplo, sobre las precipitaciones. Las estaciones hidrométricas se encuentran desproporcionadamente a bajas alturas y tienden a medir ríos de montaña más grandes, en lugar de corrientes de agua de cabecera a elevaciones elevadas. Además, la vigilancia de la nieve, los glaciares, el permafrost y los ecosistemas críticos de las tierras altas tropicales es escasa, en su mayoría no está coordinada, principalmente en el marco de proyectos de investigación con plazos determinados, y sus datos no siempre son accesibles.

**Vigilancia y predicción** de los hielos marinos – Es necesario mejorar la modelización de los hielos marinos (y de los hielos oceánicos y marinos acoplados) en relación con los hielos marinos del Ártico y del Océano Antártico, en particular en lo que respecta a la asimilación y la predicción de datos. Esto se ve obstaculizado en parte por el submuestreo espaciotemporal general de los océanos polares, especialmente para la amplia franja de la zona de hielos marinos de la Antártida, y por las dificultades para obtener y evaluar durante todo el año productos precisos de diversos parámetros clave de los hielos marinos, como el espesor de los hielos marinos, la profundidad de la nieve en los hielos marinos y la edad de los hielos marinos a partir de datos de teleobservación en ambos hemisferios. Existen diferencias hemisféricas en el hielo marino y su cubierta de nieve, lo que, por un lado, dificulta la traducción de las observaciones directas en variables del hielo marino, mientras que, por otro, desafía el enfoque de modelización global. La presencia de hielo marino tiene consecuencias para la SST y el intercambio de calor. La incertidumbre relacionada con el inicio de la inestabilidad del manto de hielo obedece a las observaciones limitadas, la modelización inadecuada de los procesos del manto de hielo y el entendimiento restringido de las complejas interacciones entre la atmósfera, el océano y el manto de hielo.

**Vigilancia regional operativa del hielo marino para la navegación** – El apoyo a los servicios nacionales de hielo es necesario para permitir que la información rutinaria sobre el hielo marino para los navegantes respalde la vida y la seguridad. A medida que el hielo marino del Ártico se ha ido rejuveneciendo y ha ido variando en lo que respecta, por ejemplo, al espesor, la deriva y la deformación, es cada vez más importante que los servicios operacionales de información sobre el hielo evolucionen para incluir información de mayor precisión y exactitud, casi en tiempo real, sobre las zonas y características del hielo marino y su pronóstico.

**Modelado glaciológico** – Se necesitan modelos de procesos glaciológicos para la dinámica del flujo de hielo, cambiando geometrías, con vínculos a la modelización hidrológica. Además, se necesitan datos y modelos de albedo, comprensión de los procesos de carga y limpieza de partículas con enlaces a NWP para la deposición de polvo y partículas (por ejemplo, carbono negro, incendios forestales) en los glaciares.

**2.1.11 Servicios Hidrológicos**

Los servicios hidrológicos son necesarios para todos los aspectos de la gestión de los recursos hídricos: evaluación y mitigación de los riesgos de inundaciones y sequías, abastecimiento de agua potable, agricultura, industria, energía hidroeléctrica, navegación, recreación/turismo y ecosistemas, con repercusiones directas en el bienestar de las poblaciones. El Objetivo de Desarrollo Sostenible de la ONU 6 (ODS 6) sobre el agua, el marco de Sendai para la reducción del riesgo de desastres y el Acuerdo de París sobre el clima piden una mejor gestión del agua.

Los servicios hidrológicos abarcan una gran variedad de productos de datos (información sobre el estado actual, tendencias estacionales y a largo plazo, estadísticas, características de diseño, etc.), pronósticos y predicciones de minutos a estaciones, advertencias que incluyen mapas y gráficos. Estos productos necesitan un conocimiento adecuado del estado actual y futuro de todo el ciclo del agua, incluidas la evaporación y la evapotranspiración, la precipitación, la humedad del suelo, la escorrentía superficial y subterránea y los flujos de agua subterránea, incluida la calidad del agua. La OMM está desarrollando actividades clave como el HydroHub (vigilancia del agua) y el HydroSOS (productos de situación y perspectivas) para apoyar los esfuerzos de los Miembros. La evaluación del ciclo hidrológico (balance hídrico) requiere la medición de numerosas variables en todas las escalas espaciales y temporales, muchas de las cuales forman parte de otras esferas (por ejemplo, la atmósfera, el clima, la criosfera, los océanos) de la Guía de alto nivel, y es un buen ejemplo de los beneficios del enfoque basado en el sistema Tierra.

Las mediciones terrestres típicas se refieren, por ejemplo, al nivel de los ríos, los lagos, la etapa de los embalses y el nivel de las aguas subterráneas, las descargas, la velocidad del flujo, los sedimentos, la temperatura del agua y otros parámetros químicos, físicos y biológicos. La humedad del suelo en diferentes capas del suelo también es clave. Los parámetros de la criosfera se enumeran a continuación. Las variables de la atmósfera son, por ejemplo, lluvia, velocidad del viento, humedad, temperatura del aire, radiación, evapotranspiración. Los parámetros oceánicos pertinentes para la hidrología son los medidos en las zonas costeras y los estuarios, por lo general el nivel del agua en el delta y los estuarios, las curvas de remanso y la dinámica de las mareas, las algas, los parámetros biológicos y la salinización de los ríos y las aguas subterráneas.

La criosfera necesita atención especial. La mayoría de los modelos hidrológicos de superficie terrestre aplicados en clima moderado con formación de nieve, regiones polares y de alta montaña carecen de la representación de los procesos clave de la región fría, por ejemplo, la dinámica de las compresas de nieve, la redistribución de la nieve, el transporte vertical de vapor de agua a través de la compresa de nieve, el presupuesto energético, la interacción térmica entre la compresa de nieve y el suelo congelado, la dinámica de los glaciares, la formación de Aufeis, la dinámica estacional de la profundidad de la capa activa de permafrost, la evapotranspiración suprimida del frío, el agua abierta, los atascos de hielo, las presas de nieve, etc. La nieve estacional afecta la humedad del suelo, la profundidad de la capa activa y la descarga (primaveral) del río.

La observación de los requisitos de la criosfera para la información hidrológica y de recursos hídricos como se mencionó anteriormente incluye el paquete de nieve estacional y el SWE acumulado, los cambios año a año en la extensión de la masa glacial, la observación rutinaria de ríos e inundaciones y la información de predicciones, incluida la inundación por atasco de hielo durante la congelación y la ruptura, sobre los pronósticos estacionales a subestacionales de las temperaturas del aire y las precipitaciones para predecir con precisión el momento y la gravedad de la inundación por atasco de hielo en la ruptura de primavera, la congelación, las observaciones y la mejor vigilancia del permafrost, así como la investigación que indica cómo los cambios en el permafrost afectan los modelos operativos de escorrentía de lluvia y las aguas subterráneas. A medida que el permafrost se derrite y el paisaje cambia, las relaciones lluvia/escorrentía también cambian. Esto se entiende mal o se modela dinámicamente para usos operativos. A más largo plazo, el derretimiento del permafrost es un vínculo con las emisiones de GEI.

El SWE es una variable crucial para las condiciones del deshielo y el modelado adecuado de la escorrentía. La recuperación exacta de SWE es notoriamente difícil en las regiones montañosas y debe mejorarse. Además, la estimación de las cantidades de agua está influenciada por el dosel y sigue siendo un desafío durante las condiciones de nieve derretida, que son de gran importancia para la gestión de los recursos hídricos, la producción de energía hidroeléctrica, etc.

Para las simulaciones del cambio climático es necesario contar con una sólida observación y modelización de las mochilas de nieve estacionales en los grandes dominios.

El ciclo hidrológico y los regímenes hidrológicos están influidos por las actividades humanas, como las presas hidroeléctricas, el bombeo para el riego, la industria y el agua potable, etc. En consecuencia, será importante obtener datos sobre el uso del agua (flujos y volúmenes de extracciones, recargas, funcionamiento de embalses de agua, etc.). Hay que tener en cuenta que este tipo de datos rara vez se comparten, ya que están relacionados con estrategias privadas y nacionales y, además, a menudo quedan fuera del ámbito de competencia de los SMHN. No obstante, la coordinación con otras organizaciones de las Naciones Unidas encargadas de esos temas, por lo general la FAO para el riego, podría ser beneficiosa.

Es necesario revisar la reglamentación vigente de la OMM sobre el diseño de la red de hidrometría (a menudo a escala nacional o de cuenca) a fin de tener en cuenta, por una parte, los conocimientos científicos más recientes para abordar la complejidad y la interconexión de los procesos en todos los espacios y escalas de tiempo y, por otra, las nuevas necesidades de los usuarios. Las notas conceptuales sobre variables hidrológicas para GBON, la implementación de la política de datos unificada junto con la revisión del proceso de RRR brindarán la oportunidad de revisar el enfoque para el diseño de la red. Esta actividad forma parte del plan de acción hidrológica aprobado por la reunión extraordinaria del Congreso Meteorológico Mundial de 2021 (Cg-Ext(2021)).

**2.2 Hallazgos y recomendaciones de la serie de impacto de los talleres de observaciones y otros dominios**

El NWP constituye la base de la mayoría de las predicciones meteorológicas y climáticas y de los productos y servicios conexos para las esferas de aplicación de la OMM. Tanto las observaciones basadas en la superficie como las observaciones por satélite contribuyen significativamente a la exactitud del NWP. Los cursos prácticos de la OMM sobre los efectos de las observaciones en los planes de trabajo nacionales tienen una influencia considerable en el desarrollo general del sistema de observación y en los textos reglamentarios y de orientación asociados de la OMM. La serie de talleres se ha convertido en un foro bien establecido para el intercambio de información sobre el impacto de la observación en el NWP (mundial y regional) y la interpretación de los resultados.

La serie de talleres es un componente clave del proceso de RRR. Los resultados informan a la OMM y a sus Miembros, así como a la labor de desarrollo de la asimilación de datos en los centros e institutos de investigación de los PNT, sobre las recomendaciones para mejorar y desarrollar el sistema de observación basado en el espacio y en la superficie. Las recomendaciones de los talleres tienen una influencia significativa en las actividades nacionales de aplicación de los Miembros. Las recomendaciones de los cursos prácticos ofrecen asesoramiento sobre la combinación más eficiente de observaciones basadas en el espacio y en la superficie en la asimilación de datos de los sistemas de los PNT y orientan a los Miembros de la OMM sobre la forma de utilizar sus redes de observación de manera eficaz en función de los costos.

Con el enfoque del sistema Tierra de la Estrategia 2020–2023 de la OMM, los modelos utilizados para el área de aplicación mundial de los NWP necesitan datos de observación de diversos componentes del sistema Tierra. Por lo tanto, el enfoque del Sistema Terrestre brinda la oportunidad de cooperar en diferentes ámbitos (océano, atmósfera, tierra, nieve y hielo, hidrología, etc.).

Básicamente, hay tres razones para llevar a cabo estudios de impacto de la observación:

1. optimizar el uso y el impacto de la observación de la topología de red que tenemos actualmente,
2. Pruebas de nuevas adiciones (potenciales) innovadoras a la red de observación (nuevas técnicas y métodos);
3. Justificar la inversión continua en la capacidad de observación existente.

Para ello, se hace un esfuerzo constante por mejorar estos estudios.

En las siguientes secciones se presentará un resumen de las actividades clave para el mantenimiento y la evolución del WIGOS, así como las conclusiones y recomendaciones de los talleres de impacto. Las redes de observación evolucionan rápidamente con las nuevas tecnologías y, al mismo tiempo, los servicios se desarrollan rápidamente en paralelo, incluso en el sector privado. La evaluación del impacto de la observación se ha utilizado durante mucho tiempo en los ámbitos de los NWP, los océanos y la atmósfera, y está evolucionando en otros ámbitos. Algunos métodos son transferibles entre dominios. Por lo tanto, los resultados se presentarán por separado para NWP de otros dominios.

**2.2.1 Talleres internacionales sobre el impacto de diversos sistemas de observación en la PNT**

La serie de talleres internacionales sobre el impacto de diversos sistemas de observación en la PNT se inició en 1997 con la participación activa de los principales centros de la PNT desde el principio. La antigua Comisión de Sistemas Básicos (CSB) ha organizado talleres cada cuatro años. Identifican las cuestiones científicas que deben abordarse y recomiendan estudios de impacto específicos. En los cursos prácticos se analizan sus resultados y se formulan recomendaciones a la OMM y sus Miembros para la evolución del diseño de los sistemas de observación basados en la superficie y el espacio, sobre la base de las conclusiones relativas a las contribuciones de los diversos componentes del sistema de observación a la previsión de las aptitudes a corto y mediano plazo. Estos cursos prácticos se han convertido en una importante plataforma para compartir y debatir los resultados de los recientes experimentos sobre los efectos de las observaciones y han influido considerablemente en el desarrollo general de los sistemas de observación tanto espaciales como de superficie, así como en los textos reglamentarios y de orientación conexos de la OMM.

Se han presentado los resultados de los experimentos de los sistemas de observación (OSE), con aspectos mundiales y regionales. Se han extraído conclusiones sobre las contribuciones de los diversos componentes del sistema de observación a la previsión de las aptitudes a corto y medio plazo. Desde el comienzo de estos cursos prácticos, algunos cambios y novedades importantes han afectado al sistema mundial de observación, y se han dedicado esfuerzos adicionales a los sistemas de asimilación de datos a mesoescala. También ha habido una tendencia continua hacia el uso de técnicas distintas de los OSE para documentar el impacto de los datos, como el impacto de la observación basadaen la sensibilidad del pronóstico conjunto (FSOI y EFSOI) y las estimaciones de la incertidumbre del análisis.

El informe final, con presentaciones sobre el sexto seminario, se publicó en el sitio web de la OMM[[10]](#footnote-11). El séptimo se celebró en línea como un evento virtual en diciembre de 2020. Entre los asistentes figuraban expertos en asimilación de datos y efectos de observación, expertos en cambio climático y predicción estacional, representantes de organismos espaciales y de la industria privada, así como administradores de redes de observación.

A continuación se presenta una síntesis de las recomendaciones de este taller para la evolución del sistema de observación en respuesta a la Visión del WIGOS para 2040.

**Puntos clave para la evolución del WIGOS**

Es importante intercambiar internacionalmente todas las observaciones que tengan un impacto positivo demostrado en el PNT mundial. Cg-Ext (2021) ha adoptado un intercambio libre y sin restricciones de todos los datos de observación pertinentes mediante la Resolución 1 (Cg-Ext (2021)) como principio fundamental con la nueva Política Unificada de la Organización Meteorológica Mundial para el Intercambio Internacional de Datos del Sistema Tierra.

En este contexto, es importante el concepto de GBON, que desempeña un papel fundamental como columna vertebral de todos los productos y servicios que ofrecen los SMHN. El concepto, que tiene por objeto abordar los requisitos fundamentales del PNT mundial y el nuevo análisis del clima, ayudará a reducir la falta de homogeneidad en la densidad de la red y las prácticas de presentación de informes. Paralelamente al desarrollo de la GBON, la OMM está trabajando con un grupo de unos 30 asociados internacionales para el desarrollo y la financiación del clima en el desarrollo del Servicio de Financiamiento de Observaciones Sistemáticas (SOFF), con el fin de proporcionar recursos para ayudar a implementar y operar la GBON en aquellas partes del mundo donde los recursos locales necesitan asistencia. El desarrollo del SOFF es un mecanismo importante para cerrar las brechas existentes en el GBON. Consulte la Sección 2.4.1 y la Sección 4 a continuación para obtener más detalles sobre GBON y SOFF, respectivamente.

El intercambio internacional es importante no solo para las observaciones necesarias para el PNT mundial, sino también para las dirigidas principalmente al PNT regional y a las aplicaciones locales. Se demostró que los impactos en la habilidad de pronóstico regional (área limitada) surgen de una combinación de asimilación directa de observaciones dentro del dominio de área limitada y a través de la influencia de las condiciones de límite lateral proporcionadas por el modelo global.

Se ha demostrado que las nuevas tecnologías de observación que entran en funcionamiento tienen un impacto positivo en el NWP, incluida la misión Aeolus wind lidar de la esa. En muchas técnicas de observación también se han observado mejoras en los efectos sobre la exactitud de los modelos, en comparación con las demostradas en talleres anteriores.

La asimilación de datos del radar meteorológico continúa ofreciendo una vía prometedora para un mayor impacto positivo en NWP. Existe una necesidad urgente de normalizar los productos de radar y los formatos de datos a fin de apoyar el intercambio de datos, al menos a nivel regional. También se necesita un sistema de archivo a largo plazo, como lo pide el SMOC.

**Hallazgos relativos a los sistemas de observación específicos**

En la PNT mundial:

1. Radiosondas. Se observaron mejoras significativas en la asimilación de datos verticales de alta resolución, en los perfiles de descenso, además de los perfiles de ascenso, en las dropsondras proporcionadas por campañas especiales, y en la consideración de la deriva sonda.
2. Procesamiento y asimilación de la radiación de satélite. Las radiaciones de microondas (MW) son el tipo de observación más importante en términos de impacto. Se ha observado un impacto creciente de la asimilación de radiancias de microondas "todo el cielo". La mejora de los impactos, tanto para los radances de MW como de IR, se ha visto a través de la atención continua al adelgazamiento, el control de calidad, la modelización de transferencia radiativa y la especificación de errores de observación.
3. Radio ocultación (RO). Se observaron impactos positivos en los campos de humedad de NWP, además de los campos de temperatura y viento. La mejora de los impactos se ha debido a la mejora de la calidad de los datos de COSMIC-2 y al aumento de los volúmenes de datos de RO en general, sin ningún signo de que el impacto se haya saturado. La capacidad para todo tipo de clima ha reducido los errores en los modelos de PNT. También se han observado mejoras en los efectos de los avances en los métodos de procesamiento y asimilación.
4. Observaciones de aeronave. Se han obtenido beneficios mediante la asimilación de observaciones a una resolución espacial más alta, incluso para pronósticos de ciclones tropicales (TC). Se han observado efectos positivos en los tipos de observación recientemente disponibles: Humedades TAMDAR, MODE-S y AMDAR.
5. Vectores de movimiento atmosférico (AMV). Se han observado beneficios en el aumento del número y los tipos de vehículos todo terreno, incluidos los de satélites lanzados recientemente. Además, la asimilación de las observaciones a mayor resolución espacial/temporal ha mostrado algunos impactos positivos.
6. GNSS terrestre. Se han observado impactos mejorados al asimilar observaciones a una resolución temporal más alta.

En NWP regional:

1. Observaciones de radares meteorológicos. Estas observaciones proporcionan información sobre la precipitación (tanto la tasa como el tipo) y sobre los vientos (radiales). Las tendencias hacia la asimilación de la reflectividad han continuado. Varios centros han observado mejoras en los impactos, incluso en los campos de precipitación en general y en la previsión de precipitaciones intensas en la mesoescala, e incluso para modelar las variables de estado más allá de los plazos de entrega de la transmisión.
2. Observaciones de aeronave. En algunas regiones, constituyen los insumos más importantes para el PNT regional. Se señaló la importancia y el potencial cada vez mayores del MODE-S, que afectaba en particular a los vientos y las temperaturas en las zonas altas del aire.
3. GNSS terrestre. Un número cada vez mayor de centros ha comunicado beneficios: previsiones a corto plazo de las precipitaciones (ubicación e intensidad de las lluvias intensas) y de la humedad y las nubes.
4. Observaciones de las precipitaciones en la superficie (gálibo). Se observaron efectos positivos en los análisis de humedad.
5. Se informó de un impacto cada vez mayor de la asimilación de radiaciones (de microondas e infrarrojas).

También:

1. Se informó de que las observaciones de los océanos tenían un efecto crítico en la calidad de los reanálisis oceánicos de la TSM y de la cantidad y el espesor del hielo marino. Las observaciones incluyen perfiles de temperatura y salinidad in situ del subsuelo (particularmente Argo), SST, concentración de hielo marino (SIC), espesor de hielo marino (SIT) y anomalía del nivel del mar (SLA). Estas observaciones también son importantes para la previsión en los rangos medio, mensual y estacional.
2. Impactos en regiones polares. Se han observado fuertes dependencias estacionales, con observaciones basadas en la superficie que proporcionan un mayor impacto en invierno y radiaciones de MW por satélite en verano. Se descubrió que las radiosondas adicionales proporcionadas durante el SOP de YOPP eran beneficiosas. Se han demostrado los efectos pronosticados de las observaciones del Ártico, tanto en el propio Ártico como en las latitudes medias del hemisferio norte.

**2.2.2 Constataciones Y recomendaciones EN otros dominios**

(Océano, tierra, hidrología, criosfera, composición atmosférica)

**Composición atmosférica**

La OMM estableció un equipo especial de tareas sobre requisitos de observación y mediciones satelitales en cuanto a la composición atmosférica y los parámetros físicos conexos (TT-ObsReq) para examinar las necesidades de los usuarios específicamente en cuanto a la composición atmosférica. El informe TT-ObsReq también analizó la función de las observaciones de la composición de la atmósfera en apoyo de las distintas esferas de aplicación de la OMM (Informe Nº 221 de la VAG). Después del segundo taller del TT-ObsReq (12-13 de agosto de 2014, Zúrich), el comité identificó los parámetros clave necesarios para el monitoreo y la predicción de la composición atmosférica. Este Equipo de Tareas se transformó en el Equipo de Expertos sobre Evolución y Diseño de Redes de Composición Atmosférica en 2019 y continuó llenando la base de datos OSCAR con los requisitos observacionales de las variables de composición atmosférica en apoyo de las aplicaciones de monitoreo y pronóstico como se describió anteriormente.

Las variables identificadas como prioritarias se enumeran en el anexo 6.

**Resumen de los resultados para el Taller de alcance de predicción del dominio oceánico del sistema Tierra en diciembre de 2019**

La predicción de los océanos está a cargo de centros operacionales nacionales, institutos y organismos de investigación e instituciones académicas. La coordinación y el mejoramiento de los sistemas mundiales y regionales de análisis y predicción de los océanos se organizan en el marco del programa OceanPredict Science. OceanPredict proporciona una plataforma para la comunicación y el intercambio de conocimientos dirigida por científicos y expertos en oceanografía operativa de todo el mundo, lo que les permite acelerar, fortalecer y aumentar el impacto de la predicción oceánica. Los sistemas de asimilación de datos oceánicos (odas) se utilizan en predicciones estacionales y, recientemente, del tiempo a la subestación. Pueden proporcionar condiciones iniciales para las corridas inicializadas del Modelo de Circulación General (CGCM) atmósfera-océano acoplado que proporcionan predicciones estacional-decadales. Un enfoque basado en el sistema Tierra ya es muy beneficioso para la predicción de los océanos. Por ejemplo, se necesita un estado oceánico confiable para las predicciones acopladas, ya que se espera que las interacciones aire-mar tengan un gran impacto en la convección tropical. El acoplamiento con la hidrología también es necesario para la zona costera, por ejemplo, la modelización hidrodinámica-biogeoquímica costera.

La comunidad de observadores de los océanos está integrada por un espectro mucho más amplio de financiadores y ejecutores que el de las observaciones meteorológicas, incluidos los organismos satélites, los servicios meteorológicos operacionales, los organismos e institutos de investigación, las fundaciones académicas y científicas y el sector privado. Se coordina principalmente a través de redes de colaboración voluntaria a nivel mundial, regional y nacional. La Estrategia 2030 del SMOO prevé un sistema de observación de los océanos plenamente integrado para 2030 que proporciona la información oceánica crítica necesaria para hacer frente al cambio climático, generar pronósticos, proteger la salud de los océanos y apoyar el crecimiento sostenible, con la participación de todas las naciones.

Las actividades de evaluación de las observaciones no son, en general, tan maduras para los océanos como las observaciones meteorológicas. Si bien hay esfuerzos en los grupos de investigación y operativos, no existe una actividad coordinada de evaluación del impacto de la observación periódica. Esas actividades dependen de la financiación externa y se llevan a cabo principalmente en centros bien establecidos (en los Estados Unidos, el Canadá, Europa, el Japón, Australia y otros países). Copernicus desarrollará una nueva línea de servicio en Copernicus-2 para actividades conjuntas de OSE/OSSE para ayudar a diseñar la evolución del futuro sistema de observación (satélites/Sentinel y basados en la superficie).

El GBON se centra actualmente en las observaciones realizadas desde la superficie de la tierra en apoyo de las necesidades mundiales de PNT y de un nuevo análisis del clima. GBON podría ampliarse a las observaciones realizadas más allá de los océanos y dentro de ellos, aunque los principios actuales de GBON tendrían que revisarse para abordar las zonas del océano mundial donde no hay jurisdicción nacional.

Las recomendaciones más concretas del taller para la evolución del sistema de observación fueron las siguientes:

1. En la actualidad, gran parte de los sistemas de observación marina y oceánica se mantienen con financiación para investigaciones de duración limitada. La comunidad de observadores oceánicos debe garantizar la financiación sostenida de los principales sistemas de observación.
2. Las declaraciones sobre los efectos de las observaciones de la OMM ayudarían a la comunidad oceánica a avanzar en las actividades de evaluación de las observaciones.
3. Se necesitan actividades de investigación sobre nuevas técnicas de observación y para encontrar la mejor combinación de datos obtenidos de la superficie y de satélites. Es necesario desarrollar tecnologías ambientales para alentar y ampliar la observación mundial de los océanos desde muchas naciones costeras.

**2.3 Observaciones desde el espacio**

El componente de la estructura espacial del WIGOS Vision 2040 se basa en un sistema de satélites de órbita terrestre baja sincrónicos al sol en tres planos orbitales y un anillo de satélites geoestacionarios que proporcionan cobertura completa fuera de las zonas polares, complementados por satélites en otros planos de órbita y satélites en órbitas a la deriva. Con el advenimiento de la asimilación variacional en 4D, el viejo concepto de observaciones estrictamente colocadas, por ejemplo, la sonda de microondas e IR, no necesariamente tiene éxito en el futuro. Las diferencias temporales de tiempo ahora se pueden ajustar bien mediante asimilación de datos, que también compensa, al menos en cierta medida, las diferencias en la geometría de visualización. Debido a la necesidad de una mayor cobertura temporal y espacial, las órbitas adicionales de la Visión WIGOS serán cada vez más importantes, en particular porque la madura tecnología de sondeo por microondas ofrece posibilidades de alojamiento en plataformas satelitales más pequeñas, por ejemplo, constelaciones de CubeSats.

Las mediciones de referencia de calibración en órbita están actualmente disponibles para el infrarrojo de IASI y CrIS y son muy necesarias en el futuro. En ese sentido, el sistema de referencia de la órbita polar actualmente realiza dos funciones separadas: 1) observaciones de referencia y 2) mediciones de referencia para la calibración. Por lo tanto, se debe estudiar una arquitectura futura optimizada para las mediciones de referencia de calibración, también para VIS/NIR y MW.

**Grupo de coordinación de los satélites meteorológicos (GCSM)**

El GCSM constituye un foro para el intercambio de información técnica relativa a los sistemas de los satélites meteorológicos y ambientales, así como sobre misiones de investigación y desarrollo en apoyo de la RRR de la OMM, la Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la UNESCO y otros usuarios. Las actividades del CGMS respaldan la predicción y el monitoreo operativos del tiempo, el tiempo espacial y el clima.

La configuración "de referencia" constituye los compromisos y los planes de los miembros del GCSM de proporcionar observaciones y servicios particulares en apoyo de WIGOS. La planificación del mantenimiento de la base de referencia y de la aplicación de nuevos elementos sigue siendo coherente con los principios de la Visión del WIGOS para 2040. Con este fin, el GCSM revisa periódicamente la base de referencia que constituye los compromisos y los planes de los miembros del GCSM de proporcionar observaciones, mediciones y servicios particulares, y la OMM realiza periódicamente un análisis de las deficiencias en relación con la base de referencia y con la Visión para el WIGOS en 2040.

La revisión de 2020 de la línea de base del CGMS concluyó que la línea de base sigue siendo una respuesta integral a la Visión del WIGOS para 2040, que aborda las áreas clave de aplicación. Sin embargo, en los próximos años los miembros del GCSM lanzarán varios satélites con nuevas capacidades que ampliarán la respuesta a la Visión, por lo que el GCSM acordó incluir las siguientes capacidades de medición en la base de referencia del GCSM:

1. espectrómetros infrarrojos de onda corta para el seguimiento de los GEI (CO2 y CH4),
2. Imágenes de múltiples vistas, multicanalidad y multipolarización para aerosoles,
3. espectrometría de sondeo de extremidades ultravioletas para perfiles de ozono y gases traza.

Además, los miembros del CGMS están planificando o examinando varios nuevos programas por satélite que ofrecen la posibilidad de ampliar la respuesta a la Visión mediante la aplicación de nuevas tecnologías o la ampliación de la cobertura de las capacidades existentes (véase el Plan de prioridades de alto nivel del CGMS).

A fin de reflejar la posición más reciente de la OMM con respecto a las necesidades básicas de datos satelitales manifestadas por la comunidad de la PNT mundial y de determinar los datos centrales y adicionales y las necesidades de los usuarios conexas para complementar la GBON, el INFCOM adoptó una decisión sobre las necesidades de datos satelitales para la PNT mundial. El documento recoge los requisitos establecidos para el intercambio de datos satelitales para el PNT mundial con vistas a los próximos 5 a 10 años y se alinea con el proceso RRR y la Visión del WIGOS para 2040. A medida que la modelización del Sistema Tierra con un mayor acoplamiento entre los diferentes dominios del Sistema Tierra continúe evolucionando, los datos de sensores existentes o nuevos deberán agregarse al sistema central. El documento servirá de base para otras posibles mejoras en el futuro y su inclusión en el documento de referencia del Sistema Generalizado de Gestión. Los requisitos de las Áreas de Aplicación adicionales seguirán durante 2022.

**Comité sobre Satélites de Observación de la Tierra (CEOS)**

En apoyo de los objetivos del Grupo de observación de la Tierra (GEO) y como componente espacial del Sistema Mundial de Sistemas de Observación de la Tierra (GEOSS), el CEOS ha desarrollado el concepto de constelaciones virtuales basadas en el espacio. Una constelación virtual es un conjunto coordinado de capacidades de segmento espacial y/o terrestre de diferentes socios que se centra en la observación de un parámetro o conjunto particular de parámetros del sistema Tierra.

Las Constelaciones Virtuales de CEOS coordinan sistemas de entrega de datos basados en el espacio, en tierra y/o en tierra para cumplir con un conjunto común de requisitos dentro de un dominio específico. Aprovechan la colaboración y las asociaciones interinstitucionales para subsanar las deficiencias observacionales, mantener la recopilación sistemática de observaciones esenciales y reducir al mínimo la duplicación y superposición, manteniendo al mismo tiempo la independencia de las contribuciones de LOS distintos organismos del CEOS. El actual conjunto de constelaciones virtuales que contribuyen a la visión del WIGOS son

1. Composición atmosférica (AC-VC);
2. Imágenes de la superficie terrestre (LSI-VC);
3. Radiometría del color del océano (OCR-VC);
4. Topografía de la superficie oceánica (OST-VC);
5. Vector de la superficie del océano (OSVW-VC);
6. Precipitación (P-VC);
7. Temperatura de la superficie del mar (SST-VC)

Un ejemplo de un logro clave de las constelaciones virtuales es la coordinación OST-VC del procesamiento de alta precisión de datos de altimetría para la variable climática esencial del nivel medio del mar.

**Nuevas oportunidades para los proveedores de datos comerciales**

Hoy en día, los datos de satélites comerciales ya han demostrado la calidad y su valioso impacto en los modelos de NWP, especialmente en el campo de las mediciones de radio ocultación. Además, hay misiones comerciales prometedoras para la criosfera y se están planificando nuevas observaciones basadas en el espacio, por ejemplo, en relación con la sonda de microondas y los radares de precipitación. Además, el estudio de arquitectura del sistema de observación por satélite 2018 de la NOAA concluyó que el organismo debería basarse en el futuro en una arquitectura híbrida que incluya tanto satélites gubernamentales como datos comerciales. El Piloto de datos meteorológicos comerciales de NOAA lanzado en 2020 servirá como uno de esos proyectos de demostración donde NOAA evaluará los datos comerciales para demostrar la calidad de los datos y su impacto en los modelos de pronóstico meteorológico, y para informar el proceso de NOAA para la ingesta, evaluación y utilización de datos comerciales en el futuro. Del mismo modo, EUMETSAT ha aprobado la adquisición de los datos de ocultación de radio comercial y actualmente los procesa y difunde para su uso en el modelado de NWP. Por consiguiente, esperamos que cada vez más organismos espaciales utilicen misiones de satélites del sector privado junto con las misiones gubernamentales. Cuando las misiones comerciales por satélite proporcionan nuevas capacidades para las observaciones basadas en el espacio, son también una nueva forma de contribuir a la aplicación de la Visión para WIGOS 2040, en la que los conjuntos de datos dependen en parte de los satélites del sector privado y, sin embargo, siguen la política de datos de la OMM, que se compromete a ampliar y mejorar el intercambio internacional gratuito y sin restricciones de datos del Sistema Tierra.

**2.4 Observaciones de** superficie

Desde la adopción de la Visión del WIGOS en 2040, se han producido varios acontecimientos importantes que han permitido ahora proponer a los Miembros medidas más específicas que se emprenderán en los próximos cinco años. Otros acontecimientos examinados en la presente sección son menos maduros y adquirirán mayor importancia en el futuro, cuando se estudien más a fondo.

**2.4.1 Orientación sobre la expansión de la red GBON**

El PNT mundial y el nuevo análisis del clima desempeñan un papel fundamental como pilares de muchos de los productos y servicios que los Miembros de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) ofrecen a sus comunidades, incluso a nivel regional y local. Todas las esferas de aplicación incluidas actualmente en el proceso de examen de los resultados de las actividades de la OMM, a excepción únicamente de la meteorología de espacio, dependen en mayor o menor medida de los productos de PNT y reanálisis del clima a nivel mundial.

Los sistemas mundiales que suministran esos productos dependen del acceso a conjuntos de observaciones mundiales coherentes que proporcionan los sistemas de observación espaciales y en superficie. La OMM facilita, coordina y supervisa la recopilación y el intercambio internacional de dichas observaciones.

El intercambio internacional de observaciones en meteorología tiene una larga historia y ha evolucionado significativamente a lo largo del tiempo. El Congreso adoptó la Resolución 1 (Cg-Ext (2021)), sobre la Política Unificada de Datos de la OMM para el Intercambio Internacional de Datos del Sistema Tierra, que ampliará y mejorará el intercambio internacional libre y sin restricciones de dichos datos.

Los informes preliminares del proyecto piloto de PNT realizado en el marco del Sistema de Control de la Calidad de los Datos del WIGOS mostraron una escasez continuada de observaciones en superficie en muchas zonas del mundo. Ello limita la capacidad de los Miembros de la OMM para proporcionar productos y servicios meteorológicos y climáticos de calidad a sus usuarios.

A fin de satisfacer más eficazmente las necesidades de observación en materia de PNT y de reanálisis del clima a nivel mundial, se ha propuesto un nuevo enfoque, en el cual la red básica de observaciones en superficie que es fundamental para apoyar esas aplicaciones se diseña y se define a nivel mundial. Esa red constituye la Red Mundial Básica de Observaciones (GBON).

El instrumento de vigilancia basado en la Web del WDQMS ilustra, por ejemplo, la disponibilidad de observaciones de la presión superficial del suelo recibidas por uno o más centros mundiales de PNT y muestra que, por término medio, entre el 20 y el 25% de los miembros de la OMM cumplen las disposiciones de los GBON[[11]](#footnote-12), entre el 25% y el 30% no cumplen plenamente las disposiciones de los GBON y el resto no está actualmente en condiciones de cumplir los GBON por varias razones, entre ellas, por ejemplo, la falta de recursos.

La GBON es un subconjunto del subsistema de superficie del Sistema Mundial Integrado de Sistemas de Observación de la OMM (WIGOS) que, utilizado en combinación con el subsistema espacial y otros sistemas de observación de superficie del WIGOS, contribuirá a satisfacer las necesidades de la PNT a escala mundial, incluido el reanálisis en apoyo de la vigilancia del clima. La GBON responde a las necesidades de PNT a escala mundial que no pueden satisfacer por sí solos, o al menos no completamente, los sistemas de observación espacial.

Notas sobre las estaciones o plataformas de la GBON:

1. El componente geográficamente pertinente de la GBON constituye una base fundamental de cada Red Regional Básica de Observaciones.
2. La GBON se basa en un diseño mundial y el seguimiento de su implementación se lleva a cabo a esa escala.
3. La especificación para GBON se proporciona en forma de tabla en el Anexo 4 (del taller de GBON, febrero de 2020). Estos se derivan de las necesidades en materia de observaciones para el PNT mundial registradas en la base de datos de la herramienta OSCAR/Requirements, junto con un análisis de las tecnologías operativas para recopilar esas observaciones y la disponibilidad de observaciones de otras fuentes.
4. La lista de estaciones o plataformas de la GBON se extraerá de la lista de todas las estaciones o plataformas disponibles en el WIGOS registradas por los Miembros en la Herramienta de Análisis y Examen de la Capacidad de los Sistemas de Observación en Superficie (OSCAR/Superficie).

El Decimoctavo Congreso Meteorológico Mundial adoptó en 2019 el concepto de GBON a través de la Resolución 34 (Cg-18) y solicitó a la Comisión de Infraestructura que redacte las disposiciones pertinentes sobre el diseño, la implementación y la gestión del GBON. Esto se definirá en el Manual del Sistema Mundial Integrado de Observación de la OMM (OMM-Nº 1160), Sección 3.2.2 Sistema Mundial Básico de Observación. Las estaciones de GBON deben cumplir con la gestión de calidad del WIGOS. Se efectuará un seguimiento de los progresos alcanzados en la ejecución de la GBON y del cumplimiento de los compromisos asumidos por los Miembros y las organizaciones y programas internacionales pertinentes con respecto a la GBON. Las asociaciones regionales, en colaboración con el INFCOM, coordinarán las actividades de seguimiento que se realicen. Algunas funciones de seguimiento y la gestión de los incidentes se coordinarán mediante el WDQMS.

GBON establece la obligación y los requisitos claros para que todos los Miembros de la OMM adquieran e intercambien internacionalmente los datos de observación en superficie más esenciales. Si bien algunas regiones ofrecen un suministro bueno y sólido de observaciones basadas en la superficie, algunas zonas del mundo, especialmente los pequeños Estados insulares en desarrollo (PEID) y los países menos adelantados (PMA), carecen considerablemente de la infraestructura y la capacidad para cumplir los requisitos de la GBON. En 2020, la OMM llevó a cabo un análisis de las deficiencias de GBON que proporcionó una estimación cuantitativa del número de estaciones de observación basadas en la superficie que deberán instalarse, rehabilitarse o actualizarse, e intercambiar datos a fin de satisfacer las necesidades de GBON. El SOFF apoyará a los PMA y a los pequeños Estados insulares en desarrollo para que generen e intercambien datos de observación fundamentales para la GBON, es decir, para mejorar los pronósticos meteorológicos y los servicios climáticos. Proporcionará asistencia técnica y financiera para la cual el monitoreo de GBON guiará las inversiones. La sección 4 de este documento proporcionará más información sobre la iniciativa SOFF.

En la segunda parte de la INFCOM-1, celebrada en noviembre de 2020, se adoptó la Resolución 4 sobre GBON junto con la recomendación de los Reglamentos técnicos de GBON. Además, fue revisado y recomendado por el Consejo Ejecutivo a través de la Recomendación 4 (EC-73) y aprobado por la Sesión Extraordinaria del Congreso Meteorológico Mundial en octubre de 2021 (Proyecto de Resolución 5.2/1).

El enfoque del sistema de la Tierra y otras prioridades generales del Plan Estratégico de la OMM exigen que se examinen nuevas opciones de aplicación para la evolución de los GBON. El examen debería incluir: la repercusión en los programas de la OMM de diversas tecnologías de observación, la necesidad de estimular un mayor desarrollo de las nuevas tecnologías de observación para los sistemas de observación espaciales y de superficie, y un mayor fortalecimiento de la colaboración con la comunidad investigadora y su participación en el proceso de examen y evaluación.

En la Sección 2.1 de este documento se discutieron las prioridades para la evolución y optimización de las redes de observación y se identificaron las brechas observacionales clave. A partir de esto, las siguientes ampliaciones de GBON deben ser examinadas más a fondo por SC-ON en coordinación con el Grupo de Estudio sobre GBON:

1. Observaciones oceánicas;
2. Vigilancia del clima, aplicaciones y servicios;
3. GEI, ozono, aerosoles (para más detalles, véase la sección 2.1);
4. Criosfera (para más detalles, véase SOG en la Sección 2.1),
5. hidrología (para más detalles, consulte SOG en la Sección 2.1).

**2.4.2 Relación entre GBON y** RBON

En 2019, el Decimoctavo Congreso Meteorológico Mundial adoptó Reglamentos Técnicos para la Red Regional Básica de Observaciones (RBON), mientras que los de las Redes Básicas Regionales Sinópticas y Climatológicas (RBSN y RBCN) ya no están en vigor (véase el Manual WIGOS (OMM-No. 1160), Párrafo 3.2.3). En comparación con GBON, que está abordando los requisitos del PNT mundial y el reanálisis de los datos climáticos únicamente, RBON está destinado a complementar GBON y reemplazar y ampliar las redes RBSN y RBCN abordando los requisitos observacionales de los usuarios de las Áreas de Aplicación de la OMM priorizadas por los principales desafíos regionales en materia de clima, clima, agua y otros problemas medioambientales por parte de las regiones. GBON se ocupará de otras tecnologías de observación, como las estaciones de observación de teleobservación basadas en la superficie, incluidos los radares meteorológicos, las estaciones hidrológicas y las estaciones de observación oceánica. Sin embargo, si bien GBON se centra en las estrictas necesidades en cuanto a las resoluciones espaciales y temporales y la frecuencia del ciclo de observación para tipos específicos de sistemas de observación, a saber, las estaciones meteorológicas y las radiosondas basadas en la superficie, RBON se centra en cambio en la naturaleza compuesta del sistema de observación y en las necesidades de los usuarios en materia de observación de las variables necesarias a nivel de umbral (véase la base de datos OSCAR/Requirements). La Comisión de Infraestructura está definiendo los criterios para el diseño de la RBON a nivel regional y su decisión se espera para finales de 2022. A partir de 2023, dicho diseño será realizado por los grupos de trabajo de la asociación regional sobre infraestructura en consulta con los Miembros de la región, y la asociación regional finalmente decidirá la composición de la RBON. Se insta a los miembros a que contribuyan a la composición de las redes regionales de la RBON.

**2.4.3 Análisis de la relación coste-eficacia de la capacidad de observación para suministrar la información y los productos requeridos**

Un elemento importante de las consideraciones de diseño para un sistema de observación es su rentabilidad. Debido a la presión sobre los fondos públicos, muchos NMHS se han visto obligados a demostrar claramente la importancia de su infraestructura de observación y procesamiento de datos e investigación para proporcionar información pública esencial y servicios de predicción y aviso a sus comunidades nacionales.

Los componentes de observación de los servicios meteorológicos, hidrológicos y climatológicos son una de las partes más costosas de la prestación total de servicios. Un objetivo central de WIGOS es promover y facilitar el desarrollo de sistemas de observación que entreguen productos mejorados a los usuarios de una manera más rentable.

El antiguo Órgano de Vigilancia alentó a los Miembros a que evaluaran la eficacia en función de los costos de los sistemas de observación. Un cálculo completo de costo-beneficio evaluaría los costos anuales del sistema de observación, el impacto de las observaciones en cada área de aplicación del proceso de RRR, el impacto en los servicios y los beneficios para los usuarios atribuibles al impacto en los servicios. A modo de ejemplo, la Oficina Meteorológica del Reino Unido (Met Office) investigó el impacto por costo de las observaciones en el NWP global mediante el uso de una técnica conjunta, llamada FSOI, para evaluar el impacto para cada tipo de sistema de observación. Más información en el estudio completo de Met Office. Se necesita más trabajo de ese tipo, incluso en otros ámbitos, y se alienta a los Miembros a que participen en nuevos estudios.

En un estudio reciente[[12]](#footnote-13) realizado por el Banco Mundial, la OMM y la Oficina Meteorológica se estimó que las mejoras en la cobertura y el intercambio de observaciones basadas en la superficie para cumplir las especificaciones de los GBON pueden producir beneficios socioeconómicos mundiales adicionales de más de 5.000 millones de dólares de los Estados Unidos al año. Se concluye que las observaciones basadas en la superficie deben tratarse como un bien público crítico, con supervisión pública e intercambio abierto dentro de las comunidades meteorológicas y climatológicas.

**2.4.4 Oportunidades para las sinergias y la optimización de los sistemas de observación**

La cooperación regional y mundial entre los SMHN y con sus respectivas organizaciones nacionales y regionales de protección del medio ambiente, instituciones de investigación e instituciones académicas puede aumentar considerablemente la capacidad mediante la presentación de más y mejores observaciones, que los Miembros no estarían en condiciones de presentar a nivel nacional. Se podrían suministrar colectivamente datos de observación sobre los océanos y otras zonas remotas, se podrían colmar las lagunas a nivel regional y mediante servicios centralizados como la vigilancia centralizada de la calidad, un volumen de trabajo compartido y una mayor eficacia en función de los costos.

En esta sección se dan ejemplos de programas de cooperación regional y mundial que han tenido éxito para alentar a los Miembros a sumarse a ellos o para apoyar oportunidades de sinergias en su Región.

**Observaciones desde aeronaves**

El programa mundial AMDAR fue iniciado por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y sus miembros, en cooperación con asociados de la aviación, y ha dado lugar al desarrollo del sistema de observación AMDAR. En un principio, se establecieron programas AMDAR nacionales entre los Miembros y sus aerolíneas nacionales. El sistema AMDAR se sirve principalmente de sensores, computadoras y sistemas de comunicaciones de aeronaves existentes a bordo de aeronaves para recopilar, procesar, dar formato y transmitir datos meteorológicos a las estaciones terrestres a través de enlaces satelitales o de radio. Una vez sobre el terreno, los datos se transmiten a los SMHN, donde se procesan, controlan la calidad y se transmiten en el Sistema Mundial de Telecomunicación (SMT) de la OMM de la WIS. Posteriormente se establecieron programas regionales como EUMETNET-ABO (Observaciones basadas en aeronaves) con el beneficio de un proceso de recopilación de datos optimizado, una supervisión de la calidad centralizada y una gestión eficaz en función de los costos.

La OMM mantiene el material normativo y las normas internacionales para el funcionamiento del sistema de observación AMDAR y, a través de sus comisiones técnicas, supervisa el mantenimiento y el desarrollo del sistema de observación AMDAR y el programa de trabajo sobre ABO mediante la coordinación de equipos de expertos de la Comisión Técnica. Los Miembros de la OMM siguen desarrollando y ampliando el sistema de observación AMDAR en consonancia con las recomendaciones del proceso de examen de los resultados de las operaciones y la declaración de orientación, así como con las conclusiones de los estudios de impacto de los programas de trabajo nacionales. En el área de desarrollo de programas AMDAR de AMDAR Resources/AMDAR de la OMM se puede encontrar material de referencia relacionado con el desarrollo de programas nacionales y regionales.

Los datos recopilados se utilizan para una serie de aplicaciones meteorológicas, entre ellas la PNT meteorológica, la predicción meteorológica pública, la vigilancia y la predicción del clima, los sistemas de alerta temprana de los peligros meteorológicos y, lo que es más importante, la vigilancia y la predicción meteorológicas en apoyo de la industria de la aviación.

Para NWP, AMDAR ofrece perfiles precisos (ascenso/descenso) desde las proximidades de aeropuertos con una buena cobertura espacial y temporal en EE. UU., Europa, Australia/Nueva Zelanda, China Oriental y grandes partes de América del Sur. Se pueden realizar observaciones AMDAR a nivel de vuelo desde las principales rutas de vuelo. Las observaciones AMDAR se complementan cada vez más con datos de aeronaves procedentes de sistemas regulados por la OACI y ATM (ADS-C y ADS-B/Mode-S).

Si bien el Programa se ha ido ampliando y funciona satisfactoriamente en Europa, América del Norte, Asia y Oceanía, sigue habiendo zonas importantes, como África Septentrional y Central, Europa Oriental, Asia Occidental y Central, el Pacífico Suroccidental y Oriente Medio, donde la cobertura es limitada. Uno de los motivos es la financiación limitada disponible en esas regiones para la ampliación del Programa.

Reconociendo los beneficios de los datos de AMDAR, la IATA y la OMM proponen trabajar conjuntamente para ampliar el Programa a nuevas áreas geográficas, al tiempo que se da a las aerolíneas participantes un mejor control y acceso a los datos que proporcionan al Programa. El Programa de Colaboración entre la OMM y la IATA sobre AMDAR (WICAP) desarrollará y establecerá la cooperación destinada a lograr estos objetivos. Entre otras cosas, el WICAP tiene como objetivo implementar un proceso más eficiente y simplificado para que las aerolíneas se asocien y contribuyan al Programa, y establecer procesos para un mecanismo de financiación sostenido y una estructura regional propuesta para respaldar el funcionamiento y la ampliación de AMDAR. Esto también facilitará la participación de los países menos adelantados y los pequeños Estados insulares en desarrollo. Mediante el establecimiento de una relación institucional más eficiente entre los operadores del Programa AMDAR (SMHN), los usuarios de datos, los proveedores de datos y otros interesados, se logrará una mayor cobertura de datos de observación mundial basada en aeronaves, centrándose en particular en los esfuerzos por ampliar las mediciones de vapor de agua y turbulencias a nivel mundial.

En el marco del WICAP, se centralizará el funcionamiento de varios aspectos del programa AMDAR, incluidos el establecimiento de requisitos para los datos, el establecimiento de acuerdos, el procesamiento de los datos AMDAR, y la participación en la financiación de los gastos programáticos y el uso compartido de la infraestructura por parte de los Miembros de la OMM que decidan participar en el programa. Los requisitos serán recopilados y analizados por las asociaciones regionales de la OMM, y las asociaciones con las aerolíneas y las funciones de procesamiento de datos también se coordinarán a nivel regional. Puede obtenerse más información sobre todos los aspectos de la operación propuesta de WICAP en el Concepto de Operaciones de WICAP completo, disponible como Documento de Información.

Se alienta a las asociaciones regionales de la OMM y a sus Miembros a que sigan desplegando esfuerzos para establecer programas AMDAR regionales en el marco del WICAP, de conformidad con el Plan de Ejecución del WICAP. La participación en estos programas regionales del WICAP no reemplazará inicialmente los actuales programas AMDAR nacionales y regionales, aunque se espera que se brinde la oportunidad de migrar al WICAP.

En octubre de 2020, la IATA y la OMM firmaron los Arreglos de Trabajo sobre el Establecimiento y Funcionamiento del WICAP. La JET-ABO, un equipo de expertos del Comité Permanente de Sistemas de Observación y Redes de Vigilancia de la Tierra, orienta el desarrollo ulterior de la aplicación del WICAP. El Consejo de Administración del WICAP, formado por un grupo de funcionarios y representantes técnicos nombrados por la IATA y la OMM, celebró su primera reunión a principios de 2021. El objetivo sigue siendo implantar la plena gobernanza y las estructuras operativas regionales de la WICAP para finales de 2023. La información más reciente sobre el Programa AMDAR de colaboración entre la OMM y la IATA puede consultarse en el sitio web del WICAP de la plataforma comunitaria de la OMM.

**EUMETNET**

EUMETNET es una red de 31 Servicios Meteorológicos Nacionales Europeos, establecida para fomentar la colaboración entre los Miembros con el fin de aumentar la eficiencia, la eficacia y la influencia internacional. Sus principales esferas de interés son las observaciones, los servicios de previsión y la aviación. El programa de observaciones EUMETNET es la principal actividad de EUMETNET y se centra en la gestión y el desarrollo del Sistema Europeo de Sistemas Compuestos de Observación (EUCOS). También contribuye a los esfuerzos de observación a escala mundial mediante el apoyo al desarrollo y la puesta en marcha del WIGOS. El objetivo principal del «Área de Capacidades» de EUMETNET Observations es mejorar el rendimiento del sistema europeo de observación para permitir mejoras en Nowcasting, NWP, Meteorología de la Aviación y Vigilancia del Clima. A raíz de las recientes consultas con las comunidades europeas de usuarios, se ha llegado a la conclusión de que sus necesidades más prioritarias se refieren a la mejora de las previsiones a escala de km.

Además de estos programas operativos, el Área de Capacidades de Observación de EUMETNET también proporciona:

1. Un programa de investigación y desarrollo, cuyo objetivo es avanzar en el diseño y la evolución del EUCOS para satisfacer una necesidad creciente de observaciones, manteniendo al mismo tiempo los costes futuros a un nivel asequible;
2. A) Un centro regional del WIGOS para supervisar el desempeño de la red de observación en una parte importante de la zona regional VI de la OMM y velar por que se adopten medidas correctivas cuando sea necesario;
3. B) Un marco para la colaboración entre los Miembros sobre otros temas de interés común, como el control de la calidad de los datos, la instrumentación de superficie, la colaboración colectiva y las operaciones de radiosonda;
4. Representación internacional en nombre de los Miembros, para apoyar los esfuerzos mundiales más amplios encaminados a mejorar el WIGOS, contribuir a iniciativas europeas conexas como Copernicus e influir en las decisiones internacionales en interés de los Miembros de EUMETNET.

La Oficina Meteorológica del Reino Unido, en colaboración con el Servicio Meteorológico Alemán (Deutscher Wetterdienst), es responsable del Área de Capacidad de Observaciones de EUMETNET para la fase del programa 2019–2023.

El Programa Operativo EUCOS ha aportado una capacidad significativamente mejorada, que los miembros no podrían ofrecer colectivamente a escala nacional mediante:

1. proporcionar más observaciones sobre el océano, optimizar las mediciones de las aeronaves en Europa, datos sobre el vapor de agua procedentes de los GNSS y nuevos datos procedentes de los sistemas europeos de perfiles eólicos y de radares eólicos meteorológicos;
2. mejorar los resultados del PNT mediante el establecimiento del programa de estudios EUCOS para asesorar sobre la observación del diseño de la red; junto con el equipo de asesoramiento científico de EUCOS, se pusieron en marcha diferentes estudios de impacto de los datos para ofrecer orientaciones sobre cómo diseñar el EUCOS a fin de satisfacer mejor las necesidades de los usuarios;
3. la optimización de la futura red de observación aérea superior de EUCOS mediante la utilización óptima de la red de radiosondas y la incorporación de mediciones de perfiles de aeronaves comerciales, perfiladores de viento, radares meteorológicos y vapor de agua integrado recuperado de mediciones de GNSS terrestres; EUCOS coordina la armonización de las redes aéreas superiores nacionales debido a las necesidades mundiales, regionales y nacionales;
4. Prestar un servicio de monitoreo de calidad centralizado con un mayor rendimiento de la red a través de los procedimientos de monitoreo de calidad y corrección de fallas de EUCOS;
5. Formar parte del WIGOS y facilitar la aplicación de las propuestas de evolución de la OMM para Europa;
6. Compartir el volumen de trabajo y los costos de los programas integrados;
7. compensar a los operadores nacionales cuando los nuevos Estados miembros hagan más observaciones en beneficio de todos.

De acuerdo con la Estrategia de Observaciones de EUMETNET 2020–2025, los NMHS europeos estarían dispuestos a ampliar la idea de EUCOS a otras regiones. La experiencia con la colaboración en EUMETNET, y en particular en EUCOS, ofrece un modelo potencial de colaboración en beneficio de otras regiones y puede ayudar a cerrar brechas en las redes de observación global. Las siguientes actividades del Área de Capacidades de Observación de EUMETNET son de especial interés para cerrar las brechas existentes en el sistema de observación:

1. OPERA: los objetivos de este programa son proporcionar una plataforma europea para el intercambio de conocimientos especializados en cuestiones de radares meteorológicos, intercambiar datos de radares de un solo emplazamiento de los aproximadamente 180 radares meteorológicos operativos de sus miembros europeos y desarrollar, generar y distribuir productos compuestos de radares paneuropeos de alta calidad.
2. E-Perfil: el programa E-PROFILE gestiona la red europea de radares perfiladores de viento y lidares y ceilómetros automáticos para el seguimiento de perfiles verticales de viento y aerosoles, incluidas las cenizas volcánicas.
3. E-ABO: el Programa E-ABO realiza mediciones de alta calidad de variables meteorológicas de aire superior de aeronaves.
4. E-SURFMAR: el programa E-SURFMAR coordina, optimiza e integra progresivamente las actividades europeas para las observaciones marinas de superficie.
5. E-GVAP: el programa E-GVAP tiene por objeto proporcionar a los socios de EUMETNET el retardo del GNSS europeo y las mediciones del vapor de agua para la meteorología operativa.
6. E-ASAP: el objetivo del Servicio Operativo de EUMETNET-ASAP (E-ASAP) es coordinar y optimizar las observaciones de globos meteorológicos en las regiones oceánicas con datos dispersos.

**Otros programas piloto específicos**

1. RA III cooperación con observaciones hidrológicas
2. Otros (pueden añadirse durante las actualizaciones posteriores del documento)

**2.4.5 Estrategia y orientación a los miembros sobre las observaciones urbanas**

La Guía sobre los Servicios Hidrometeorológicos, Climáticos y Medioambientales Urbanos Integrados (OMM-N ° 1234) proporciona una base para ayudar a los Miembros de la OMM en el desarrollo y la implementación de los Servicios Urbanos Integrados para abordar la variedad y las necesidades específicas de las partes interesadas de las ciudades en sus países. El alcance de IUS INCLUYE EL clima, el clima, el medio ambiente (incluida la calidad del aire y el agua, la ecología, la biota, los gases de efecto invernadero) y el agua. Los NMHS están mejor posicionados para ofrecer IUS debido a su experiencia, infraestructura y rol histórico de alerta temprana. En el anexo 5 se ofrece un análisis más amplio de las lagunas del IUS en relación con el WIGOS.

Para 2050, el 80% de la población mundial estará en centros urbanos con seguridad de las personas, el medio ambiente, las infraestructuras críticas y la economía a proteger. Un solo evento peligroso puede dar lugar a un proceso en cascada que puede tener impactos multifacéticos (por ejemplo, las inundaciones conducen a interrupciones del transporte o cortes de energía e interrumpen las operaciones de rescate y recuperación), lo que requiere alertas tempranas consistentes y precisas para la toma de decisiones. El tiempo, el clima, el medio ambiente y el agua dominan el diseño urbano y las operaciones de gestión de emergencias. Esto conduce a la necesidad de un enfoque integrado, sin fisuras, de la cadena de valor del sistema terrestre para la prestación de servicios urbanos. La integración puede ocurrir en cualquier parte de la cadena de valor, desde la etapa de observación hasta la de toma de decisiones.

Las observaciones urbanas y los productos derivados son directamente necesarios para comprender los procesos urbanos y la ciencia, para desarrollar relaciones estadísticas entre el campo y la ciudad y parametrizaciones modelo, para desarrollar climatologías, para alertas tempranas, para la verificación en tiempo real, para mantener el conocimiento de la situación, para su uso por parte de los sistemas automatizados de apoyo a la toma de decisiones que se utilizan en la gestión de emergencias o en otros procesos de toma de decisiones de riesgos múltiples.

La orientación existente en todas las áreas de aplicación de WIGOS es relevante, ya que IUS es multiescala y varía desde escala global, regional, local (vecindarios), a micro (edificios) escalas espaciales. Además, la capa límite urbana es tridimensional y consiste en las subcapas de inercia, rugosidad y dosel (~100 m a 2 km). Los procesos químicos atmosféricos varían en escalas temporales y espaciales aún más finas (~segundos). Sin embargo, las observaciones y redes urbanas difieren significativamente debido a los métodos de observación, la heterogeneidad de sensores y tecnologías, la instalación de sensores de múltiples loci, el entorno urbano (cubierta superficial, áreas construidas, permeabilidad), las alturas de medición múltiples debido a problemas de obstrucción local, así como el conjunto de variables.

Común a todos, y una laguna importante, es la información detallada sobre el entorno urbano y una clasificación estándar es fundamental para comprender la representatividad de las observaciones, para especificar los requisitos de medición y emplazamiento, así como para comparar y transferir eficientemente los resultados científicos. Se ha puesto en marcha una iniciativa comunitaria internacional para adquirir y difundir información sobre las zonas climáticas locales y el medio microurbano (World Urban Database and Access Portal Tools). Esta información del entorno, así como la información del instrumento y la ubicación y tal vez los datos del viento, deben incluirse y actualizarse con frecuencia en los metadatos.

Pocos NMHS tienen estaciones meteorológicas urbanas, mientras que muchos organismos de medio ambiente han desplegado estaciones de calidad del aire de alta calidad con sensores meteorológicos; algunos municipios han desplegado redes de estaciones meteorológicas compactas; la mayoría de los ríos, así como algunos sistemas de alcantarillado en las zonas urbanas, se miden; proyectos de investigación, demostración y bancos de pruebas han desplegado redes de tecnologías de teledetección e in situ; y los vehículos móviles tienen sensores meteorológicos o de AQ cuando se combinan pueden proporcionar observaciones básicas y de nivel de referencia. Las tecnologías de crowdsourcing incluyen torres de microondas de teléfonos celulares, tecnologías de vehículos (temperatura; detectores de precipitación para la activación del limpiaparabrisas; lidares, radares y cámaras para la asistencia al conductor), teléfonos móviles (temperatura, presión, UV), aplicaciones de crowdsourcing (informes meteorológicos, actividad en Twitter, Instagram) pueden proporcionar observaciones integrales a lo largo de la cadena de valor para permitir la verificación de IUS de alto impacto. La integración de estas redes permitirá nuevas capacidades, aumentará la capacidad y reducirá la duplicación y los costos. A medida que evolucionen las IUS, aumentarán las expectativas de exactitud, lo que requerirá la vigilancia de otros factores (por ejemplo, la acumulación de desechos que bloquean las alcantarillas y los ríos urbanos) que requerirán el desarrollo de nuevas tecnologías y una adaptación proporcional del sistema de predicción. Dada la amplitud de los problemas, se necesitan estaciones urbanas de referencia para resolver los problemas de interpretación y calidad de los datos.

El diseño de la red de observación IUS dependerá de los requisitos de servicio. Si bien existen ejemplos buenos y específicos de IUS, la implementación de IUS puede considerarse marginal a escala mundial. Se están llevando a cabo actividades para formalizar las necesidades de observación, metadatos y servicios. La gestión, el conocimiento de los datos y productos disponibles y el acceso a ellos, los mecanismos de intercambio, la propiedad intelectual, la privacidad, la investigación rápida de las operaciones y las operaciones de transferencia de tecnología de servicios y los beneficios mutuos demostrados de la integración y las asociaciones a lo largo de toda la cadena de valor son desafíos que requieren liderazgo, capacidad y desarrollo de capacidades.

**2.4.6 Recomendaciones sobre el uso de nuevas tecnologías de observación**

***2.4.6.1 Orientación sobre el uso de tecnologías emergentes basadas en la superficie***

Parte de la estrategia del SC-MINT para el futuro de las mediciones ambientales es proporcionar orientación sobre la aplicación de nuevas tecnologías de medición y determinar el potencial de las nuevas tecnologías y técnicas de medición. Los centros principales de medición, los equipos de expertos y los centros regionales de instrumentos, así como una comunidad de investigadores, seguirán desempeñando un papel crucial en la transición de las nuevas tecnologías a la actividad.

Una condición necesaria para la introducción operativa de cualquier nuevo sistema de observación es la visibilidad comercial y la disponibilidad. Además, todos los instrumentos y sistemas nuevos deben probarse y evaluarse en condiciones operativas realistas durante un período de tiempo suficientemente largo. Estas pruebas son necesarias para permitir una evaluación exhaustiva de la viabilidad y robustez de la operación, así como para definir una estimación fiable de la exactitud de las mediciones y la calidad de los productos de valor añadido derivados. La disponibilidad operativa de un determinado instrumento o sistema puede clasificarse utilizando el concepto de niveles estandarizados de disponibilidad tecnológica. Por último, todos los costos del ciclo de vida y de funcionamiento deben analizarse objetivamente porque la asequibilidad es una limitación importante, y se requiere una relación costo-beneficio aceptable antes de que se pueda implementar operacionalmente cualquier nuevo instrumento o sistema de observación.

El INFCOM también está estudiando un concepto de red escalonada, establecido originalmente por el SMOC. El desarrollo de esta arquitectura, si se adopta, será un desarrollo importante para la evolución del WIGOS. Los centros principales de medición podrían encargarse de examinar y ensayar tecnologías, instrumentos y sistemas nuevos e incipientes y elaborar orientaciones para su utilización.

Consulte también la Sección 2.1 para el análisis de brechas y la Sección 2.5 sobre las necesidades más urgentes para el desarrollo posterior de la tecnología de sensores.

**Técnicas de teledetección en tierra**

Varios métodos de teleobservación en tierra, tanto activos como pasivos, son adecuados para la meteorología operacional. Pueden dividirse aproximadamente por longitud de onda en el "rango óptico", incluyendo UV e IR, o el "rango de microondas". La longitud de onda utilizada determina las propiedades físicas de propagación y dispersión: el rango de medición de los sistemas ópticos depende del espesor óptico en la atmósfera, mientras que los sistemas de sondeo de microondas generalmente pueden penetrar en las nubes y la precipitación. Para longitudes de onda muy cortas (UV), la dispersión molecular es relevante. De lo contrario, la dispersión se produce principalmente en partículas suspendidas (aerosol, nubes, precipitación) en el aire. Para longitudes de onda en el rango de decimetros y dispersión de aire claro (índice de refracción) más grande es útil. Los sistemas pasivos analizan la radiación atmosférica generada por la emisión térmica. Cualquier extensión futura del sistema de observación con sistemas de teledetección debe considerar estas limitaciones de propagación de ondas físicas de cada método, que explican en gran medida la mayoría de las capacidades, así como las limitaciones.

Los métodos de teledetección generalmente pueden proporcionar datos de alta resolución temporal, con métodos activos que además proporcionan perfiles resueltos verticalmente de variables termodinámicas, tales como el viento, la temperatura y la humedad, así como información cuantitativa indirecta sobre pequeñas partículas líquidas y sólidas (nubes, aerosoles) suspendidas en la atmósfera.

Una nueva generación de instrumentos de teleobservación basados en tierra, a menudo denominados “perfiladores”, ya se utiliza operacionalmente, como los perfiladores de viento (tanto basados en el radar como en el lidar) o se está desarrollando actualmente centrándose en las mediciones de la temperatura, la humedad, los aerosoles o las propiedades relacionadas con las nubes.

**Plataformas sin tripulación**

Mientras tanto, el rápido ritmo del desarrollo técnico ha permitido el desarrollo de vehículos "robóticos" en gran medida autónomos, siendo la clase más prominente los aviones robóticos (UAS), que abarcan una amplia gama desde helicópteros de capa límite totalmente automatizados[[13]](#footnote-14) hasta aeronaves como Global Hawk de la NASA[[14]](#footnote-15) (que ya no están en servicio). Dependiendo de su tamaño, dichas plataformas de UAS pueden transportar sensores tanto de superficie como de teledetección.

Ya se han hecho propuestas para emplear una red de UAS autónomos de varios helicópteros para establecer "Mesonets 3D", pero quedan por responder varias preguntas prácticas, como las normas de funcionamiento del espacio aéreo y los límites que plantean las condiciones meteorológicas adversas. El boletín ABO 21 contiene un resumen de las UAS en meteorología operativa.

Los Sant de gran altitud y de larga duración son especialmente interesantes en lo que se refiere a su capacidad para colmar lagunas en zonas remotas, especialmente en lo que se refiere a las condiciones meteorológicas de alto impacto.

Ejemplos de plataformas no tripuladas para aplicaciones oceánicas son flotadores Argo, Saildrones, boyas amarradas y a la deriva, medidores del nivel del mar, radares de alta frecuencia (HF) y sensores de origen animal. Otros ejemplos de vehículos sin tripulación son flotadores tipo Argo bajo el hielo y otros vehículos similares para la evaluación del espesor del hielo marino.

La Comisión de Infraestructura adoptó un Plan para un proyecto mundial de demostración del uso de sistemas de aeronaves no tripuladas en la meteorología operativa (véase la Decisión 5.1.1(7)/1 (INFCOM-1 (III)). Se invita a los Miembros interesados en participar en el Proyecto de Demostración a que se pongan en contacto con la Secretaría de la OMM.

**Preparación técnica de los nuevos sistemas de observación**

Desde el punto de vista de las buenas prácticas de gestión, siempre es necesario tener en cuenta el funcionamiento de cada uno de los instrumentos antes de aplicarlos de forma operativa. La identificación clara del principio de la medición – la detección directa o la teleobservación, y el propio método de transducción física son importantes para identificar problemas de diseño técnico que puedan resolverse en una fase temprana.

La preparación de un determinado instrumento para su uso operativo puede clasificarse utilizando la denominada herramienta de gestión del nivel de preparación tecnológica (TRL). La asignación de instrumentos a los TRL puede ser un desafío, y se debe realizar un conjunto claro de criterios definidos que sean lo más inequívocos y objetivos posible:

1. Sistema real probado en el entorno operativo;
2. Sistema completo y calificado;
3. Demostración del prototipo del sistema en el entorno operativo;
4. D) La tecnología demostrada en el entorno pertinente;
5. Tecnología validada en el entorno pertinente;
6. Tecnología validada en laboratorio;
7. Prueba experimental de concepto;
8. - Concepto de tecnología formulado;
9. Principios básicos observados.

Cualquier análisis exitoso debe mostrar una disponibilidad técnica (de instrumentos) suficiente (por ejemplo, > 95% en el transcurso de un año), operabilidad al aire libre en cualquier clima, así como una disponibilidad y calidad de datos suficientes que sea "adecuada para su propósito" - vinculada a los criterios en OSCAR/Requisitos.

***2.4.6.2 Estrategia y plan para el uso de macrodatos, crowdsourcing y otras fuentes de observación del sector privado, público en general y terceros***

En los últimos años, la explotación de los métodos modernos basados en datos (inteligencia artificial, aprendizaje profundo) y el uso de datos basados en el crowdsourcing han ganado atractivo para su uso en aplicaciones de transmisión inmediata. Aunque la disponibilidad de datos tradicionales basados en la superficie y la teleobservación sigue siendo de gran importancia, esos datos adicionales pueden añadir información, especialmente en escalas geográficas y temporales más finas. El uso de estos datos depende en general de las necesidades y prioridades nacionales del NMHS en particular y se basa en contratos individuales. Ejemplos de fuentes de datos procedentes de los sectores público y privado, datos no convencionales y datos de colaboración colectiva son los siguientes:

1. Datos de instituciones públicas;
2. Presión y otros valores de los teléfonos inteligentes;
3. Sensores en vehículos;
4. Sensores DE Internet DE las cosas;
5. Aportaciones del público en general;
6. Estimaciones de precipitación por atenuación de enlaces de comunicación;
7. Sistemas de localización de rayos;
8. Conjunto de GNSS basado en tierra para el agua precipitable total;
9. Sistemas de aeronaves pequeñas no tripuladas (UAS) para la entrega de paquetes y bultos
10. Observaciones oportunistas de la industria marítima y vehículos de observación no tripulados en el océano;
11. Constelaciones de satélites pequeños que proporcionan GNSS-RO.
12. y otros.

En general, los datos obtenidos mediante crowdsourcing se proporcionan o recopilan gratuitamente, pero los gobiernos pueden optar por contratar a un agregador para adquirirlos de sistemas abiertos, realizar el control de calidad y proporcionarlos al gobierno en formatos apropiados a través de vías de comunicación dedicadas en tiempo real, en lugar de establecer capacidades "internas".

En los Estados Unidos, los ejemplos anteriores pueden ampliarse para incluir observaciones ambientales que son de naturaleza convencional pero que no provienen de redes operadas por el gobierno nacional, que suministra la columna vertebral de las capacidades de observación. Un ejemplo son las mesonetas operadas por gobiernos estatales o el sector privado. Se trata de sistemas de observación de nivel profesional que mantienen una infraestructura de alta calidad y proporcionan observaciones de alta calidad y metadatos conexos. Por lo general, el costo de adquirir los datos de esos sistemas ofrece una ventaja sobre el costo de la construcción y el mantenimiento de las redes federales del Gobierno federal. Los mesonetas han crecido más allá de la provisión de observaciones meteorológicas estandarizadas cercanas a la superficie y proporcionan perfiles verticales a partir de radares terrestres de teleobservación, radares de longitud de onda corta que llenan brechas bajo el paraguas de cobertura Doppler nacional, y muchas variables relacionadas con la superficie terrestre y la hidrología, incluida la humedad y la temperatura del suelo a múltiples profundidades, y los componentes del presupuesto de radiación y energía de la superficie.

Desde la contratación colectiva de datos omnipresentes y de libre acceso, pero de menor calidad, hasta las redes profesionales, privadas y no federales de alta gama, el objetivo es colmar las lagunas en las capacidades básicas nacionales mediante la formación de asociaciones entre los sectores público y privado que ofrezcan una ventaja financiera al Gobierno sobre la creación y el funcionamiento de una capacidad gubernamental. Esto requiere compensaciones que a menudo afectan los derechos de datos y las categorías de redistribución y tienen implicaciones para la capacidad de compartir datos con los asociados mundiales, como se analiza más detalladamente a continuación.

**Sensores de bajo coste para observaciones de la composición atmosférica**

Están surgiendo nuevas fuentes de datos sobre la composición atmosférica y la información se produce cada vez más mediante sensores de bajo costo. En un examen realizado recientemente por expertos de la CLM disponible en el mercado para medir la composición atmosférica se llegó a la conclusión de que la CLM no debe considerarse un sustituto plenamente operativo de sistemas de medición más sofisticados y debe utilizarse con cautela (Informe no 1215 de la OMM: Una actualización sobre sensores de bajo costo para la medición de la composición atmosférica, editado por Richard E. Peltier, diciembre de 2020). Si bien las unidades de LCS pueden proporcionar datos significativos y representar una oportunidad para ampliar el conocimiento sobre las condiciones ambientales locales, aún no están en el nivel de robustez en el que se requiere el monitoreo de referencia. En parte, esto se debe a que quedan varias complejidades científicas que deben considerarse, como la caracterización completa y un procedimiento de control de calidad y calibración bien diseñado que debe aplicarse continuamente. Dado que estas tecnologías suelen seguir una trayectoria de mejora constante de la capacidad gracias a los avances en las características, deberían evaluarse periódicamente un mejor acoplamiento atmosférico, la precisión, la calidad y la fiabilidad y, a menudo, la disminución de los costos de adquisición, su desarrollo ulterior y su idoneidad para diferentes aplicaciones.

***2.4.6.3 Orientación sobre cómo desarrollar asociaciones***

Las partes interesadas de todos los sectores y de todas las partes de la comunidad mundial dependen de los resultados de los modelos mundiales para el desarrollo y la prestación de servicios esenciales. Esto sólo puede funcionar si los datos, tanto las observaciones como los resultados de los modelos, se intercambian a nivel mundial. Es importante abordar las brechas en las observaciones del Sistema Terrestre a través de una mayor participación entre los NMHS y las comunidades asociadas. La participación y cooperación del sector público y privado con la academia es importante y abrirá nuevas oportunidades a lo largo de la cadena de valor de monitoreo y predicción del sistema Tierra. Con el fin de maximizar el beneficio mutuo de esto, las políticas, la legislación y los modelos empresariales aún deben desarrollarse más y adaptarse mutuamente.

En los últimos años, la OMM, en cooperación con diversos asociados, ha venido elaborando un nuevo enfoque para una mayor participación de los sectores público, privado y académico en la actividad meteorológica mundial. En 2018 y 2019, en el septuagésimo período de sesiones de su Consejo Ejecutivo y en el decimoctavo período de sesiones del Congreso Meteorológico Mundial, la OMM perfeccionó la orientación y las políticas para alentar y permitir a los Miembros establecer asociaciones y compromisos mutuamente beneficiosos con todos los sectores y partes interesadas a fin de mejorar los servicios meteorológicos, climáticos y de abastecimiento de agua para las empresas, las personas y la sociedad en su conjunto. En el sitio web de la OMM figura información detallada sobre la participación de los sectores público y privado, incluidas directrices, y sobre la Plataforma de Consulta Abierta de la OMM "Asociaciones e innovación para los nuevos conocimientos meteorológicos y climáticos".

Los siguientes ejemplos podrían ayudar a los Miembros a establecer asociaciones con el sector privado, cuando proceda.

Al obtener datos de terceros de fuentes no gubernamentales, el objetivo siempre debe ser obtener derechos para redistribuir los datos a otros socios globales en el espíritu de la Resolución 1 (Cg-Ext(2021)). Sin embargo, más allá de un cierto punto de precio, esto se vuelve insostenible para los presupuestos. En general, el enfoque que adoptan los Estados Unidos es asegurar y pagar los derechos de contratación para distribuir a los socios mundiales datos con una huella mundial, o perfiles verticales de diversas fuentes que son más valiosos para todos los centros mundiales de PNT. En algunos casos, los Estados Unidos financiarán íntegramente la compra de esos derechos de redistribución; este es el objetivo del aumento de la huella de la compra de datos de las oficinas regionales de los GNSS procedentes de fuentes comerciales. Naturalmente, esto tiene un mayor costo porque el proveedor de los datos no tiene otros gobiernos en su espacio de mercado. Otro modelo es un mecanismo mundial de participación en la financiación de los gastos, en virtud del cual los distintos gobiernos compran observaciones sobre su territorio soberano o en asociación con los NHMS regionales de la OMM, y todos comparten sus fuentes entre sí en tiempo real para afectar la disponibilidad abierta de la huella mundial total. Este es el modelo del Programa Mundial AMDAR de la OMM.

En otros casos, los datos que se consideran de utilidad limitada para NWP global se compran con derechos de redistribución limitados en varios niveles. Los datos del Programa Nacional Mesonet se limitan principalmente al uso exclusivo de la NOAA, lo que da a esas redes acceso a un mercado privado de usuarios de datos y otros organismos gubernamentales y a diversos niveles, desde el federal hasta el local. Como era de esperar, esto proporciona la mayor ventaja de costes a la NOAA. Los datos de relámpagos, GPS-Met y algunas observaciones de barcos/boyas operan en este paradigma de derechos de datos limitados.

Una peculiaridad de los Estados Unidos en relación con otros NHMS es que no proporcionan productos y servicios comercializados. Se reservan el derecho en los acuerdos contractuales de distribuir, libre y abiertamente, cualquier producto y servicio de previsión que incorpore datos de terceros, incluso si se comprometen a no redistribuir ellos mismos los datos de observación brutos. Esto puede suponer un desafío para otros NMHS que comercializan productos y servicios. A menudo, un proveedor privado de datos de observación también está en el mercado para el suministro de productos y servicios utilizando sus propios datos, y cualquier acuerdo con los SMHN para utilizar sus datos de observación posiblemente sería en el entendimiento de que el SMHN no crea productos y servicios comerciales en su espacio de mercado privado.

Aquí puede consultarse un compendio de buenas prácticas nacionales a nivel nacional para la participación de los sectores público y privado y otros recursos conexos.

**2.4.7 Sostenibilidad ambiental de las observaciones**

El Programa de Instrumentos y Métodos de Observación de la OMM establece normas técnicas, procedimientos de control de calidad y orientaciones para el uso de instrumentos y métodos meteorológicos a fin de promover normas mundiales. Se han desarrollado procedimientos de seguridad apropiados para el uso de mercurio y la selección de materiales radiosonda.

El Convenio de Minamata sobre el Mercurio del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (OMM No. 8, vol. I, cap. 1) prohíbe toda producción, importación y exportación de instrumentos de observación que contengan mercurio. Este acuerdo es un tratado mundial para eliminar el uso del mercurio a fin de proteger la salud humana y el medio ambiente de sus efectos adversos.

Las observaciones de la composición atmosférica del GAW a veces emplean empaques biodegradables de ozonoonda, en respuesta al fortalecimiento de las regulaciones ambientales en la Antártida que limitarán los vuelos de ozonoonda no recuperados. Otros países han adoptado envíos prepagados de sondas encontradas con el fin de reutilizar y renovar los instrumentos recuperados y fomentar la protección del medio ambiente. Los espectrofotómetros Brewer solían tener interruptores basados en mercurio en su electrónica, pero estos han sido reemplazados por componentes más respetuosos con el medio ambiente.

En el caso de las radiosondas, la Guía de Instrumentos y Métodos de Observación (OMM-Nº 8) también ofrece sugerencias sobre la manera de reducir la contaminación ambiental.

En el contexto del desarrollo futuro de GBON, se debatió el impacto ambiental de diversas tecnologías de observación, que debe considerarse siempre. La INFCOM aprobó la Resolución 4 (INFCOM-1) sobre el futuro de la GBON, en la que se subraya la importancia de este aspecto. Muchos Miembros han comenzado a adoptar tecnologías más limpias y sostenibles y el INFCOM coordinará nuevas orientaciones sobre esta cuestión. Se alienta a los Miembros a que sigan la evolución del INFCOM y apliquen nuevas orientaciones a medida que esté disponible.

**2.4.8 Gestión y mitigación** de los riesgos

Debido a la COVID-19, ha habido una reducción sustancial de las observaciones, utilizadas como insumo para aplicaciones críticas que apoyan la prestación de servicios en las áreas de dominio de la OMM del tiempo, el clima y el agua. El efecto más inmediato ha sido una rápida disminución de la disponibilidad general de las observaciones de las aeronaves. Especialmente en los países en desarrollo, donde un número considerable de estaciones de observación todavía dependen de la intervención humana para la lectura de instrumentos o la transmisión de datos de observación, se pudo observar un impacto en la disponibilidad de las observaciones de superficie. El sistema de observación marina también se ha visto afectado, especialmente por los buques que participan en el Programa de Buques de Observación Voluntaria de la OMM.

Esto ha demostrado una vez más la importancia de la resiliencia en el sistema de observación y la necesidad de abordar esto, a través de la planificación de la red y un desarrollo equilibrado de los sistemas de observación en los diferentes componentes del sistema. Durante la pandemia se han producido reducciones sustanciales, por ejemplo, en las observaciones de aeronaves, en los sistemas de observación de los océanos y en las redes de observación de superficie, en particular las estaciones de observación tripuladas.

Estos efectos de la COVID-19 en el funcionamiento y la disponibilidad de datos de los sistemas de observación WIGOS se han analizado en el Boletín de la OMM Vol 69(2)[[15]](#footnote-16). Del mismo modo, el SMOO lanzó una encuesta de impacto de COVID-19[[16]](#footnote-17) en abril de 2020 para evaluar y pronosticar el impacto de la pandemia en las observaciones oceánicas mundiales.

En cuanto a la mitigación, algunos Miembros han respondido a esas deficiencias en la capacidad de observación aumentando, por ejemplo, la frecuencia de los lanzamientos de radiosondas para mitigar el efecto de la reducción de las observaciones de las aeronaves. Además, durante el apogeo de la crisis, al menos dos empresas privadas facilitaron gratuitamente datos adicionales a determinados centros de PNT. La utilización de datos de terceros, como ABO, cuando su disponibilidad está determinada por limitaciones comerciales y operacionales, revela la necesidad de que los Miembros inviertan en observaciones básicas que se hagan únicamente para satisfacer las necesidades de los servicios meteorológicos, climáticos, hídricos y ambientales. La crisis de COVID-19 también destaca el valor de la redundancia en los sistemas de medición, por lo que la misma variable puede medirse mediante más de una tecnología o instrumento, y la importancia del diseño e implementación de estrategias de observación adaptativa. La experiencia colectiva adquirida durante esta pandemia puede utilizarse para aumentar la resiliencia en el sistema de observación. A este respecto, el Consejo Ejecutivo de la OMM está elaborando orientaciones, y en el anexo 2 del proyecto de decisión 3.1/1 (EC-74) figuran orientaciones preliminares sobre el funcionamiento y el mantenimiento de los sistemas de los Miembros afectados por la COVID-19.

**2.5 Acciones de alta prioridad en relación con la evolución de los sistemas de observación espacial y** de superficie

En las secciones anteriores se han señalado las principales lagunas observacionales y se han formulado recomendaciones sobre la forma de subsanarlas. Además, se han analizado las recomendaciones de los cursos prácticos sobre los efectos de las observaciones en función de las contribuciones de los componentes del sistema de observación basados en el espacio y en la superficie para mejorar la capacidad de previsión.

Esta sección proporciona recomendaciones a los Miembros para ayudar a priorizar sus acciones para desarrollar los sistemas de observación para lograr la Visión del WIGOS en 2040. Recordamos que en 2018 se adoptó un subconjunto de 10 acciones de este tipo por el Decimoctavo Congreso Meteorológico Mundial (Resolución 40 (Cg-18)) (ver Anexo 3) como ítems prioritarios provenientes del EGOS-IP. Teniendo en cuenta los acontecimientos recientes, como la nueva estructura de la OMM, el plan de trabajo de los Comités Permanentes de la INFCOM, recientemente en Cg-Ext (2021) adoptó Reglamentos Técnicos (por ejemplo, GBON, la Política Unificada de la OMM para el Intercambio Internacional de Datos del Sistema Tierra), las listas de acción del EGOS-IP fueron revisadas por el Equipo Mixto de Expertos de la Comisión de Infraestructura sobre Diseño y Evolución de los Sistemas de Observación de la Tierra (JET-EOSDE) subgrupo sobre Orientación de Alto Nivel (HLG) y las que siguen siendo relevantes y urgentes se han incluido en las recomendaciones que se dan a continuación.

El enfoque del sistema terrestre es un nuevo aspecto clave de la Estrategia de la Organización Meteorológica Mundial. Una variedad cada vez mayor de sistemas de observación son de interés para las esferas de aplicación de la OMM. Los avances científicos y técnicos durante la última década han hecho avanzar la física de los modelos y la capacidad informática disponible, de modo que la limitación actual de nuestra capacidad para mejorar la calidad de las previsiones meteorológicas y climáticas, la resolución y el horizonte temporal es la disponibilidad de datos. Esto incluye datos de los dominios del Sistema Tierra tradicionalmente excluidos debido a las limitaciones del modelo y la capacidad. Los actuales modelos mundiales de NWP necesitan datos de diversos componentes del modelo del Sistema Terrestre, lo que requiere más observaciones de la atmósfera, los océanos profundos, las superficies oceánicas y terrestres, los ríos y los lagos, la composición atmosférica, el hielo marino y la criosfera en general.

La Visión del WIGOS para 2040 presenta un escenario probable de cómo pueden evolucionar las necesidades de los usuarios de datos de observación en las próximas décadas. Teniendo en cuenta esa información, los SMHN, los organismos espaciales y otros diseñadores de sistemas de observación estarán en condiciones de adoptar sus actividades de planificación en consecuencia para desarrollar los componentes del WIGOS basados en el espacio y en la superficie. El actual documento de orientación de alto nivel se centra en el calendario de los próximos cinco años y formula recomendaciones sobre las actividades que se necesitan ahora.

Dadas estas prioridades y las nuevas y claras orientaciones estratégicas de la OMM, y teniendo en cuenta que el PNT mundial se considera una esfera de aplicación fundamental para el enfoque del Sistema Terrestre, se recomiendan las siguientes medidas de alta prioridad, que se basan en los conocimientos especializados de las Áreas de Aplicación y del Grupo de Trabajo JET-EOSDE sobre GLH, al aplicar el WIGOS durante los próximos cinco años (la numeración del cuadro tiene fines de seguimiento, no es una indicación de la prioridad relativa).

| **Recomendaciones generales a los Miembros** **2023–2027** | | |
| --- | --- | --- |
| **Acción No.** |  | **Monitorización del funcionamiento** |
| **1.1** | Aplicar el concepto de GBON – Todos los Miembros deben aplicar plenamente el GBON en sus países. Los países menos adelantados y los pequeños Estados insulares en desarrollo, a través del apoyo de los asociados para el desarrollo y de mecanismos financieros como el Fondo Especial de Operaciones, contribuyen a la expansión de las redes de GBON en sus territorios y dan prioridad a los lugares de observación. | A través del monitoreo de WDQMS de forma centralizada y en las RWC. |
| **1.2** | Aplicar la nueva política unificada de la OMM para el intercambio internacional de datos del sistema Tierra | Mediante la supervisión de los centros mundiales de PNT y WDQMS. |
| **1.3** | Los miembros (y los organismos espaciales) promoverán la aplicación de la Visión 2040 del WIGOS, por ejemplo el lidar eólico y un sistema de vigilancia del carbono basado en el espacio, junto con otras cuestiones señaladas en el análisis anual de las deficiencias de la OMM, mediante la aplicación de capacidades adicionales de observación espacial sostenida. | Medir el estado de la Visión del WIGOS para 2040 mediante un análisis de las deficiencias de la OMM de las capacidades comprometidas actuales y futuras en relación con las necesidades de la Visión del WIGOS para 2040 y presentarlas a los organismos espaciales por conducto del GCSM y el CEOS para su examen e inclusión en la base de referencia del GCSM y en las iniciativas futuras del CES. |
| **1.4** | Los miembros (y los organismos espaciales) deben responder a las necesidades de datos satelitales expresadas en los documentos de posición de la OMM, como el documento aprobado por la INFCOM titulado “Satellite data Requirements for global NWP”, para las esferas de aplicación pertinentes mediante la coordinación, principalmente por conducto del Sistema Generalizado de Gestión de la Gestión (CGMS), pero también por conducto del CEOS. | Mida la disponibilidad y el intercambio del núcleo y recomendado (según la Res. 1/2021), los datos satelitales que figuran en los documentos de posición se comparan con la aplicación efectiva del componente basado en el espacio que figura en OSCAR/Space. |
| **1,5** | Asegurarse de que todos los operadores que producen observaciones lo hacen de acuerdo con las reglas y estándares del WIS y del WIGOS. | Vigilancia operativa de WIS, a nivel central y en centros de NWP globales y regionales. |
| **1.6** | Apoyar el desarrollo de un concepto de red escalonada por INFCOM – GCOS y WIGOS ambos recomendaron que las redes formen parte de un sistema escalonado de redes, para incluir nuevas fuentes de datos en asociación con el sector privado y terceros. El trabajo en GRUAN, GSRN, GBON y RBON será clave para garantizar que se llenen los niveles más altos (referencia y línea de base). | Aumento de la disponibilidad de estaciones GRUAN y GSRN, según lo supervisado por los reanálisis climáticos, los centros de NWP y el WDQMS. Delegación a nivel nacional de las capacidades de observación a los niveles (recuento de estaciones). |
| **1,7** | Los miembros deben tomar medidas continuas para proteger las radiofrecuencias de los MW para aplicaciones meteorológicas, en particular mediante la participación activa en la preparación de la próxima Conferencia Mundial de Radiocomunicaciones (CMR) prevista para 2023 y 2027. | Bandas de frecuencias para la observación disponibles / no disponibles con el nivel de protección necesario. |
| **1.8** | Los miembros deben informar a SC-ON de cualquier aplicación/uso meteorológico existente y futuro que involucre el dominio de frecuencias. | Velar por que todos estos nuevos requisitos sean bien conocidos y protegidos a nivel internacional. |
| **1.9** | Apoyar el establecimiento de normas y mejores prácticas para varios tipos de mediciones mediante la cooperación entre países desarrollados y en desarrollo, mejorar la capacitación e intercambiar experiencias. | Disponibilidad de datos según OSCAR/Superficie. |
| **1.10** | Investigar y desarrollar nuevas tecnologías de medición emergentes que se enumeran en el Anexo 2 | Número de nuevas tecnologías prototipo en uso. |

| **Recomendaciones a los Miembros sobre la evolución de los sistemas de observación** **2023–2027** | | |
| --- | --- | --- |
| **Acción No.** |  | **Monitorización del funcionamiento** |
| **2,1** | Intercambiar internacionalmente todas las observaciones que tengan un impacto positivo demostrado en el NWP global, de conformidad con GBON y la nueva Política Unificada de la OMM para el Intercambio Internacional de Datos del Sistema Tierra, que fue adoptada en el Congreso Meteorológico Mundial Extraordinario en octubre de 2021-2021. | Disponibilidad de datos según OSCAR/Surface y OSCAR/Space. Indicadores de monitoreo estándar utilizados en NWP y WDQMS |
| **2.2.** | Disponibilidad más oportuna y distribución más amplia de varios tipos de mediciones in situ y por teledetección. Ejemplos especiales son los perfiles de viento a todos los niveles disponibles, particularmente en los trópicos, y los perfiles de temperatura y humedad en latitudes altas y áreas de tierra escasamente pobladas. Además, se necesitan datos más precisos sobre la composición atmosférica. | Disponibilidad de datos según OSCAR/Surface y OSCAR/Space. Indicadores de monitoreo estándar utilizados en NWP y WDQMS |
| **2.3** | Hacer más esfuerzos para colmar las brechas en la cobertura mundial de las observaciones de la superficie. Preste especial atención a más observaciones del espesor del hielo marino, la profundidad de la nieve, el equivalente en agua de la capa de nieve, la humedad del suelo y la salinidad de la superficie del océano. | Disponibilidad de datos según OSCAR/Space y OSCAR/Superficie. Indicadores de monitoreo estándar utilizados en NWP y WDQMS. |
| **2,4** | Difusión global de mediciones de radiosondas: datos de BUFR de alta resolución de todos los sitios, incluidas las radiosondas que solo funcionan durante campañas, proporcionan mediciones de radiosondas descendentes, protegen radiosondas en ubicaciones remotas o reactivan estaciones de radiosonda silenciosas. | Número de estaciones de radiodifusión que informan en BUFR. Número de perfiles descendentes disponibles en GTS. Disponibilidad de datos según OSCAR/Superficie. Indicadores de monitoreo estándar utilizados en NWP y WDQMS. |
| **2.5** | Desarrollar una red de estaciones de perfilado de teledetección – Red de estaciones de perfilado de teledetección que se desarrollarán para complementar los sistemas de observación de radiosondas y aeronaves, garantizar el intercambio regional y mundial de datos de los perfiladores. | Número de estaciones perfiladoras que suministran datos en tiempo real al SIO/SMT. Disponibilidad de datos según OSCAR/Superficie. Indicadores de monitoreo estándar utilizados en NWP y WDQMS. |
| **2.6.** | Una distribución más amplia de los datos de radares meteorológicos – Existe una necesidad urgente de estandarizar los productos de radares y los formatos de datos. Deberían intercambiarse datos al menos a nivel regional, y debería establecerse un archivo a largo plazo. Desplegar y mantener radares meteorológicos en países en desarrollo sensibles a las tormentas e inundaciones. | Número de conjuntos de datos de radares meteorológicos disponibles en los centros regionales de datos. |
| **2,7** | Continuación de los esfuerzos para ampliar la cobertura de los datos sobre aeronaves. Las observaciones de AMDAR deberían complementarse con datos sobre aeronaves procedentes de los sistemas regulados por la OACI y los cajeros automáticos, tales como ADS-C, ADS-B/Mode-S. Los miembros deberían apoyar la cooperación entre la OMM y la Asociación Internacional de Transporte Aéreo. Se deben utilizar observaciones adicionales de TAMDAR cuando sea posible. Ampliar en servicio la actividad de Aeronaves para un Sistema Global de Observación (IAGOS) para mejorar la calidad del aire y la validación del modelo climático. Se alienta a los Miembros a que evalúen las nuevas tecnologías, como los Sant, y adopten medidas a nivel nacional para garantizar sus operaciones legales. | Número de observaciones de áreas de datos dispersos disponibles en el sistema de monitoreo de aeronaves. |
| **2.8** | Integrar, ampliar y mantener las observaciones hidrológicas de la OMS en cumplimiento de las normas WIGOS y compartir los datos en apoyo del sistema de monitoreo hidrológico. | Datos/estaciones compartidos a través de WHOS. |
| **2.9.** | Más y más sostenidas observaciones basadas en la superficie del océano físico. Coordinar con el Programa de Observación Oceánica del GOOS. | JCOMM-OPS e indicadores de monitoreo estándar de los centros NWP. |
| **2.10.** | Se alienta la realización de más estudios sobre la relación costo-eficacia de los sistemas de observación, es decir, medidas de su valor (o impacto) en relación con su costo. | Número de estudios presentados en los talleres sobre los efectos de las observaciones. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Recomendaciones específicas para la tecnología de sensores, para los miembros** **2023–2027** | | |
| **Acción No.** |  | **Indicador del desempeño** |
| **3.1.** | Instalar más estaciones GNSS terrestres. | Número de estaciones GNSS terrestres disponibles en WIS/GTS. |
| **3.2** | Ampliar la densidad espacial de los perfiladores de viento Doppler. | Número de estaciones de radar perfilador de viento disponibles en WIS/GTS. |
| **3,3** | Evaluar nuevos sistemas lidar para el perfilado rutinario de la temperatura y el vapor de agua. | Informes de prueba de los equipos de expertos de SC-MINT. |
| **3.4** | Indicadores del nivel del agua y de las mareas para la vigilancia de la subida del nivel del mar. | JCOMM-OPS e indicadores de monitoreo estándar de los centros NWP. |
| **3,5** | Asignar recursos y planificar la evaluación de nuevas tecnologías en todos los dominios del sistema Tierra (teleobservación, ciencia ciudadana de bajo costo) para su uso sistemático como complemento de las mediciones estándar. | Aún no está configurado. |

| **Recomendaciones específicas para los Servicios Urbanos Integrados, para los Miembros** **2023–2027** | | |
| --- | --- | --- |
| **Acción No.** |  | **Indicador de ejecución** |
| **4.1** | Establecer información sobre el entorno urbano (cubierta terrestre, áreas construidas, altura de la edificación, permeabilidad de la superficie). | Número de mapas de clasificación ambiental de conurbaciones en la base de datos WUDAPT. |
| **4.2.** | Establecer estaciones de referencia IUS colaborativas integradas. | Requisitos de observación de IUS y estándar de metadatos definidos.  Número de estaciones de referencia IUS disponibles en el WIS. |
| **4,3** | Desarrollo de redes de observación urbana IUS a través de la colaboración y cooperación y su demostración. | Número de proyectos de demostración realizados o de bancos de pruebas establecidos.  Número de talleres de desarrollo DE la capacidad de la UIT.  Informe de costo-beneficio (perspectiva de cadena de valor) o número de advertencias/decisiones.  Número de conurbaciones con redes de observación IUS.  Número de productos de co-diseño y documentados. |
| **4,4** | Ampliar el apoyo a los esfuerzos de mitigación de GEI en las ciudades y otras partes interesadas subnacionales mediante una mayor cooperación con los Miembros. | Número de proyectos piloto realizados.  Determinación del impacto de las actividades de mitigación.  Mejora de las directrices sobre mejores prácticas. |

| **Recomendaciones específicas para los sistemas espaciales, destinadas a los Miembros** **2023–2027** | | |
| --- | --- | --- |
| **Acción No.** |  | **Indicador de ejecución** |
| **5.1** | Avanzar en el componente espacial del sistema de monitoreo de gases de efecto invernadero, incluyendo la consideración de nuevas tecnologías como lidar, en colaboración con IG3IS y otros servicios de medición de GEI. | Análisis anual de deficiencias de la OMM y el SGC  Captación de mediciones espaciales en los servicios de medición de GEI |
| **5.2** | Promover la nueva generación de satélites GEO, incluidas las imágenes avanzadas, la cartografía de rayos y la sonda IR de alta resolución espectral para todo el anillo geoestacionario; | Análisis anual de deficiencias de la OMM y el SGC |
| **5,3** | Promover la constelación de Radio Ocultación atmosférica, con el objetivo a largo plazo de proporcionar 20000 ocultaciones de buena calidad por día de manera sostenida; | Análisis anual de deficiencias de la OMM y el SGCM |
| **5.4** | Trabajar en la elaboración de mapas diurnos de la calidad del aire desde la órbita GEOESTACIONARIA, que funcionen por horas, con rayos UV/VIS; | Análisis anual de deficiencias de la OMM y el SGC  Número de plataformas geoestacionarias que realizan mediciones pertinentes de la calidad del aire troposférico  Mejora de la puntualidad de las observaciones dirigidas a los usuarios finales  Parámetros de medición del intercambio de datos |
| **5,5** | Trabajar para lograr mediciones de dispersión que logren el requisito de muestreo de 6 horas | Análisis anual de deficiencias de la OMM y el SGCM |
| **5.6** | Trabajar en pro de las observaciones operacionales del perfil de viento y aerosoles en 3D a partir del lidar basado en el espacio | Análisis anual de deficiencias de la OMM y el SGC |
| **5.7.** | Trabajar para proporcionar observaciones globales de sondeo de microondas por hora | Análisis anual de deficiencias de la OMM y el SGC |
| **5.8** | Trabajar para proporcionar continuidad en las mediciones de precipitaciones y radares de nubes | Análisis anual de deficiencias de la OMM y el SGC |
| **5.9** | Proporcionar mediciones de altimetría operativa para el monitoreo criosférico de latitudes muy altas. | Análisis Anual de Brechas OMM-CGMS. |
| **5.10** | Mejorar las observaciones por satélite como parte integrante del sistema de observación. Tener en cuenta las necesidades de observaciones de la composición atmosférica en el desarrollo del sistema de medición, la notificación de datos y el intercambio. | Absorción de las observaciones basadas en el espacio de la composición atmosférica en los sistemas de medición. |
| **5.11** | Asegurar la continuidad de las observaciones de sondeo de las extremidades de RM/IR |  |
| **5.12.** | Estudiar la arquitectura para futuras misiones de referencia de calibración absoluta, cubriendo VIS/NIR, IR y MW | Análisis anual de deficiencias de la OMM y el SGC |

Se están formalizando los conceptos y requisitos de orientación y observación de la UIT; sin embargo, existe un acuerdo general sobre las brechas, prioridades y acciones de primer orden. Véase el anexo 5 para un análisis más amplio de las prioridades.

En el anexo 2, sinopsis de la brecha de orientación por variable, se enumeran las tecnologías disponibles para medir las variables necesarias y se formulan comentarios sobre los costos, la complementariedad de las tecnologías y los aspectos del desarrollo de la capacidad.

**2.6 Recomendaciones sobre la política de datos y la disponibilidad de datos**

La Sesión Extraordinaria del Congreso Meteorológico Mundial en octubre de 2021 (Cg-Ext (2021)) adoptó la Resolución 1 sobre la Política de Datos Unificados de la OMM para el Intercambio Internacional de Datos del Sistema Tierra. Como principio fundamental de la OMM, cuyos conocimientos científicos y técnicos son cada vez más demandados, la OMM se compromete a ampliar y mejorar el intercambio internacional gratuito y sin restricciones de datos del Sistema Tierra. El Congreso acuerda establecer una política unificada de datos para todas las esferas y disciplinas de la OMM. El alcance de la política de datos abarcará los datos del Sistema Tierra intercambiados entre los Miembros, el anexo de la resolución enumera el conjunto mínimo de datos básicos que los Miembros deberán intercambiar de forma gratuita y sin restricciones. Asimismo, se señalan ciertos datos recomendados que los Miembros deberían intercambiar para apoyar las iniciativas de monitoreo y predicción del Sistema Tierra. Se solicita al INFCOM que, en coordinación con el SERCOM y la Oficina Regional, elabore Reglamentos Técnicos para apoyar la implementación de esta resolución hasta el Congreso de la OMM en 2023. Más información en la resolución completa.

El grupo de trabajo especial GODEX-NWP (intercambio mundial de datos para la PNT) constituye un foro para debatir y resolver cuestiones prácticas relacionadas con el intercambio de datos de todas las observaciones del Sistema Terrestre que requieren los centros mundiales de la PNT, tanto para las observaciones satelitales como para las de superficie.

**2.7 Coordinación de radiofrecuencias**

Los servicios específicos de radiocomunicaciones asignados en el Reglamento de radiocomunicaciones revisten una importancia primordial para las actividades meteorológicas y medioambientales conexas. Estas asignaciones de bandas de frecuencias y su protección son esenciales para los datos meteorológicos recogidos por los sistemas de exploración de la Tierra (incluida la teledetección) y los sistemas de observación en superficie, en particular las radiosondas, los radares meteorológicos, los radiómetros y los perfiladores de viento.

Con el fin de garantizar el uso a largo plazo de estos equipos meteorológicos, y en particular debido a la presión sobre el espectro radioeléctrico creada por el nuevo despliegue de las futuras tecnologías de las comunicaciones comerciales, es de interés primordial para los Miembros de la OMM contribuir activamente a la evolución de la regulación de las frecuencias radioeléctricas a nivel nacional, regional o internacional y, en particular, con respecto a la preparación de las próximas Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones previstas para 2023 y 2027.

Además, debido al largo período necesario para obtener nuevos derechos para operar futuros sistemas meteorológicos, cualquier nuevo desarrollo o mejora que implique radiofrecuencia para informar a SC-ON.

1. **Orientación sobre la elaboración de una estrategia nacional de aplicación de la Visión de la WIGOS en 2040**

En esta sección se da un ejemplo de cómo el Deutscher Wetterdienst (DWD) procedió a desarrollar una estrategia nacional para implementar la Visión del WIGOS en 2040. El desarrollo de los sistemas nacionales de observación debe estar en consonancia con los objetivos estratégicos nacionales del Servicio Meteorológico, teniendo en cuenta las necesidades de la OMM. El punto de partida para la elaboración de una estrategia nacional de aplicación es el proceso de RRR de la OMM y el documento Visión del WIGOS para 2040.

Al desarrollar una estrategia nacional sobre la evolución de los sistemas de observación, los expertos de diferentes áreas de aplicación y los expertos técnicos del diseño y la instrumentación de la red deben contribuir a la estrategia de implementación nacional. Esto es muy importante, ya que deben tenerse en cuenta muchos aspectos diferentes. Las necesidades de los usuarios deben armonizarse con la exactitud y fiabilidad de las mediciones, la supervisión y los procedimientos de control de calidad, las limitaciones financieras y los plazos de aplicación.

En las secciones siguientes se ofrece un resumen del enfoque del Departamento de Asistencia Social y Desarrollo.

**3.1 Estudio de los requisitos nacionales para las diferentes esferas de aplicación**

Integrada en el Reglamento Técnico y la Orientación de la OMM para los sistemas de observación regionales y mundiales, la red nacional de observación debe cumplir los requisitos nacionales especiales. Éstos cubren los requisitos de los procesos de alerta y predicción para el público en general, los servicios de aviación, el seguimiento y la predicción del clima y se llevarán a cabo a través de aplicaciones de radiodifusión, NWP y modelos climáticos. La estrategia del DWD incluye varios objetivos específicos:

1. Desarrollo de un sistema de predicción sin discontinuidades, desde la observación hasta la predicción de 12 horas, con una resolución temporal de 5 minutos de datos de teleobservación y basados en la superficie;
2. Mejora de la disponibilidad de datos para los procesos de monitoreo, predicción y advertencia meteorológica, uso de datos de terceros;
3. Prestar mejores servicios para la seguridad del tránsito aéreo y la gestión total de los aeropuertos.
4. Mejora de la investigación y los servicios climáticos mediante la adquisición sostenida de datos y el apoyo a las redes de referencia.

**3.2 Recopilación de requisitos nacionales y principios de diseño de redes libres de tecnología**

Sobre la base de los requisitos nacionales de la sección 3.1, se compiló un resumen de los requisitos exentos de tecnología (similar a OSCAR/Requirements) y, además, se enumeraron las combinaciones pertinentes de técnicas in situ y de teledetección, incluidos los programas por satélite que podrían cumplir los requisitos.

Los principios de diseño de redes de observación de WIGOS proporcionan orientación sobre diferentes aspectos que deben tenerse en cuenta al diseñar y/o mejorar el sistema de observación. Teniendo esto en cuenta, se especificaron las necesidades detalladas del sistema de observación, como la supervisión de la disponibilidad de datos, los requisitos de calidad, la exactitud, la puntualidad, la homogeneidad y la sostenibilidad.

**3.3 Concepto sobre el desarrollo de las capacidades nacionales de observación**

Sobre la base de la información de las secciones anteriores se elaboró una visión a largo plazo del desarrollo del sistema nacional integrado de observación.

La estrategia nacional de aplicación, elaborada sobre la base de la visión, se dividió en tres líneas de desarrollo:

1. sistema de previsión integrado;
2. automatización completa de las redes de observación en tierra;
3. combinación de diferentes cantidades medidas a partir de mediciones basadas en la superficie y en satélites para estimar las variables meteorológicas pertinentes (es decir, estado del suelo, duración del sol).

**3.4 Propuestas de actividades piloto**

Finalmente, dentro de las líneas de desarrollo se desarrollaron planes de proyectos detallados para actividades piloto, con entregables, líneas presupuestarias, calendarios, etc.

1. **Oportunidades de desarrollo de la capacidad y orientación basada en el Servicio de Financiamiento de Observaciones Sistemáticas (SOFF) y la Iniciativa de Apoyo a los Países (CSI)**

Muchos países en desarrollo y países con economías en transición carecen de la capacidad o los recursos necesarios para proporcionar las observaciones esenciales basadas en la superficie. Se trata de un desafío para la coherencia y la homogeneidad de las observaciones, especialmente a escala mundial. Por consiguiente, es necesario apoyar a esos países, especialmente los PMA y los pequeños Estados insulares en desarrollo, proporcionando directrices y organizando actividades de formación y creación de capacidad en las respectivas regiones, así como ayudándoles a desarrollar, fortalecer y mantener su infraestructura gracias a los nuevos instrumentos de financiación.

**Oportunidades de desarrollo de capacidad**

Los servicios e iniciativas como el SOFF y la CSI tienen por objeto evaluar sistemáticamente las deficiencias de capacidad y adoptar medidas activas para desarrollar la capacidad, en particular para los países menos adelantados y los pequeños Estados insulares en desarrollo. Se pretende que estos mecanismos sean beneficiosos tanto a corto como a largo plazo. El SOFF apoyará en particular a los países para que generen e intercambien datos observacionales básicos esenciales para mejorar los pronósticos meteorológicos y los servicios climáticos. Proporcionará asistencia técnica y financiera de nuevas maneras, aplicando las métricas acordadas internacionalmente y los requisitos del GBON, para guiar las inversiones, utilizando el intercambio de datos como medida del éxito y creando beneficios locales al mismo tiempo que se logra un bien público mundial. El SOFF contribuirá a reforzar la adaptación al clima y la resiliencia en todo el mundo, beneficiando en particular a los más vulnerables.

La puesta en marcha del SOFF está liderada por la OMM en colaboración con un amplio abanico de organizaciones internacionales, incluidos los miembros de la Alianza para el Desarollo Hidrometeorológico. Los miembros de la Alianza están aunando los esfuerzos de los principales asociados para el desarrollo y la financiación para el clima a fin de reducir la brecha de capacidad en materia de pronósticos meteorológicos, sistemas de alerta temprana e información climática de calidad. Los Miembros de la Alianza se comprometen a fortalecer la capacidad de los SMHN para el funcionamiento sostenido de sistemas de observación e intercambio de datos que cumplan las normas de la OMM para una cobertura mínima de vigilancia y una frecuencia mínima de presentación de informes.

Las previsiones meteorológicas y las predicciones climáticas de las que depende la sociedad no serían posibles sin el intercambio internacional en tiempo real de datos de observación de todo el mundo. El GBON mejorará significativamente la disponibilidad y el intercambio internacional de datos de observaciones basadas en la superficie. Esto puede generar beneficios de más de 5 000 millones de dólares 12 al año.

Los beneficios del aumento de las observaciones basadas en la superficie a través de GBON se harán sentir sobre todo en las regiones más vulnerables al cambio climático y sus efectos, como África, América del Sur, el Pacífico sudoccidental y partes de Asia. GBON establece la obligación y el requisito claro de que todos los Miembros de la OMM adquieran e intercambien internacionalmente los datos de observación basados en la superficie más esenciales a un nivel mínimo de resolución espacial y temporal.

Si bien algunas regiones ofrecen un buen suministro de observaciones basadas en la superficie, algunas zonas del mundo, en particular los pequeños Estados insulares en desarrollo y los PMA, carecen de una infraestructura y una capacidad significativas para cumplir los requisitos de los GBON. Para colmar estas lagunas se requiere una nueva forma de financiación. El SOFF se está estableciendo para proporcionar asistencia técnica y financiera a través de mecanismos novedosos. SOFF utilizará el intercambio de datos como medida del éxito. En su fase inicial, la SOFF se propone prestar apoyo a 68 pequeños Estados insulares en desarrollo y países menos adelantados para lograr el cumplimiento sostenido de las normas de derechos de género.

La ayuda del SOFF se articulará en tres fases. En la fase de Preparación, se evaluará el estado hidrométrico del país, se definirá la brecha de GBON y se desarrollará un plan para cerrar la brecha. La fase de inversión permite a los países cerrar la brecha de inversión y capacidad de la GBON. La fase de cumplimiento es compatible con el cumplimiento sostenido de GBON y permite el acceso a mejores pronósticos meteorológicos y productos de análisis climático.

En la COP25 en diciembre de 2019, se lanzó la Alianza para el Desarrollo Hidrometeorológico. Se prevé que la creación del SOFF se convierta en una acción de alta prioridad para la Alianza. Para el período de transición, la OMM decidió establecer la ICS, como un vehículo complementario para apoyar a los asociados para el desarrollo y la financiación para el clima a fin de garantizar que su financiación para las observaciones responda a las obligaciones de los GBON.

En el diseño de GBON, se reconoce la falta de observaciones que cumplan con los requisitos de GBON de los PEID y los PMA. El principal impulsor de los GBON es el NWP global, que establece una "obligación" para todos los Miembros de proporcionar observaciones esenciales que cumplan con los requisitos básicos. La “cultura del cumplimiento”, tal como se promueve en el plan para la Fase Operativa Inicial 2020–2023 del Sistema Mundial de Sistemas de Observación Mundial (WIGOS), es una estrategia para aumentar la cantidad de datos intercambiados y el grado en que los datos se adhieren a las normas establecidas de la OMM. Si bien esos enfoques entrañan un endurecimiento de la forma en que se prescribe a los Miembros el uso previsto de la infraestructura del sistema mundial de la Tierra, también pueden resultar beneficiosos para los pequeños Estados insulares en desarrollo y los PMA en forma de acceso a la producción resultante del modelo de PNT y a la producción del sistema de alerta temprana, incluidas las mejoras del PNT mediante la utilización de más o mejores observaciones a medida que se reducen las lagunas observadas. La Política Unificada de la OMM, aprobada por Cg-Ext (2021), para el intercambio internacional de datos del Sistema Tierra está destinada a proporcionar dicho intercambio equitativo de datos, ya sean datos observacionales o resultados del modelo, siempre que los datos se identifiquen como "básicos" o "recomendados". Por ejemplo, los datos “básicos” *incluirán los campos de análisis y predicción a escala mundial provistos por los sistemas de PNT mundial de los centros de producción designados del Sistema Mundial de Proceso de Datos y de Predicción (SMPDP), según se especifica en el Manual del Sistema Mundial de Proceso de Datos y de Predicción (OMM-Nº 485).* Esto puede ser muy beneficioso en un contexto de desarrollo de la capacidad, ya que ofrece la capacidad de equilibrar los requisitos de GBON sobre el acceso a las observaciones para NWP con las necesidades de los proveedores para acceder a pronósticos meteorológicos de alta calidad, resultados de los sistemas de alerta temprana e información climática.

En los últimos años, han aumentado las desigualdades y disparidades entre los países desarrollados y en desarrollo en lo que respecta a la disponibilidad de innovaciones en materia de tecnología de la información y las comunicaciones y la capacidad de aprovecharlas y beneficiarse de ellas. Esto se aplica tanto a los recursos computacionales para gestionar y procesar datos como a la capacidad de la red para compartir datos e información. La computación en la nube tiene el potencial de cambiar las reglas del juego en este sentido, si se aprovecha equitativamente, y hay iniciativas en marcha para demostrarlo. Por ejemplo, se está estableciendo el European Weather Cloud (Centro Europeo de Previsiones Meteorológicas a Plazo Medio (ECMWF), EUMETSAT y los Servicios Meteorológicos Nacionales de sus Estados miembros), que puede servir de prueba de concepto para la Asociación Regional VI. Teniendo en cuenta que las observaciones y los resultados del modelo se recopilan en plataformasde computación en la nube, se puede considerar lo siguiente teniendo en cuenta el desarrollo de la capacidad:

1. En la nube, la disponibilidad de i) más observaciones de las que podrían obtenerse localmente a través de los sistemas convencionales de conmutación de mensajes para un Miembro típico; ii) producción de modelos de NWP; iii) otros productos de las capacidades de observación y modelización del Sistema Terrestre; iv) funcionalidad de visualización/visualización (esto es particularmente valioso en las primeras etapas del desarrollo de la capacidad, para proporcionar una barrera lo más baja posible, por ejemplo, para acceder a la orientación de pronóstico en formas gráficas); v) recursos computacionales y marcos de software para crear flujos de trabajo personalizados. Esto es útil para los Miembros con capacidades intermedias y avanzadas para crear aplicaciones e información en apoyo de sus mandatos; vi) posiblemente datos archivados, y vii) material de cursos de capacitación.
2. Desarrollo, operación y mantenimiento de la plataforma de cloud computing de forma colectiva, a través de un consorcio de Miembros y/o a través de un proveedor de servicios.
3. El punto de fallo técnico para un Miembro individual se reduce, en principio, a la conectividad de red a la nube.

Esa prueba de concepto, y otras experiencias similares, pueden elaborarse y ampliarse a la aplicación mundial, en beneficio de todos los Miembros de la OMM. Por consiguiente, esas estrategias técnicas pueden ser muy beneficiosas para el intercambio de datos y el desarrollo de la capacidad.

Las métricas para evaluar el éxito, en forma de cantidades cuantificadas de intercambio de datos, por ejemplo, para el seguimiento de las actividades de SOFF, deben ser bidireccionales. La disponibilidad de las observaciones de un Miembro, con el objetivo de cumplir sus obligaciones en materia de GBON, puede combinarse con la disponibilidad de los resultados del modelo de NWP que apoyan a ese Miembro. Esto haría recaer sobre los centros mundiales de PNT la responsabilidad de poner a disposición sus productos. Esto ya se está haciendo en cierta medida, por ejemplo, el ECMWF proporciona resultados del modelo de NWP en forma gráfica y está tomando medidas para que sus datos del modelo de NWP estén disponibles de acuerdo con la política de datos abiertos. Una mayor disponibilidad de productos del modelo de PNT de los centros mundiales de PNT contribuiría en gran medida a proporcionar incentivos y equidad que pueden ayudar a impulsar el cumplimiento de GBON y WIGOS y apoyar el desarrollo de la capacidad.

**Oportunidades DE capacitación**

El Plan para la Fase Operativa Inicial del WIGOS 2020–2023 incluye la promoción de una serie de actividades de apoyo al desarrollo de la capacidad. En particular, se organizan actividades de orientación, material didáctico y formación a nivel regional con el apoyo de los comités regionales de trabajo y los centros regionales de formación, que abarcan temas como la recopilación de metadatos de WIGOS en OSCAR/Surface, la utilización del sistema WDQMS y el sistema de gestión de incidentes. Dicho material está disponible en el Portal de Aprendizaje de WIGOS.

El SC-MINT ha estado elaborando y promoviendo materiales didácticos y de formación y recomendando actividades de formación basadas en competencias en el ámbito de las mediciones ambientales, los instrumentos y la trazabilidad, en colaboración con los Centros Regionales de Tecnología Marítima, los Centros Regionales de Instrumentos Marinos, los Centros Regionales de Radiación y los Centros Principales de Medición. En varias asociaciones regionales de la OMM ya se ha celebrado una serie de cursos prácticos sobre temas como la transición a mediciones terrestres automatizadas y la calidad, la trazabilidad y el cumplimiento, que se ampliarán a otras regiones, según proceda. Estas y otras actividades de capacitación previstas abarcan temas que figuran en el Compendium of WMO Competency Frameworks for Instrumentation, Calibration, Meteorological Observations and Observing Programme and Network Management (Compendio de marcos de competencias de la OMM para la instrumentación, la calibración, las observaciones meteorológicas y la gestión de programas y redes de observación). Las presentaciones y grabaciones de estos talleres y el material de capacitación asociado también están disponibles en el Portal de Aprendizaje de WIGOS.

El Centro de Capacitación y Enseñanza de la VAG (GAWTEC) se encarga de la capacitación y la educación del personal de las estaciones de la VAG mundiales y regionales mediante la enseñanza de técnicas de medición y análisis de datos, incluidos los de observación del ozono utilizando instrumentos Brewer y Dobson y sondas del ozono. GAW también patrocina cursos de capacitación y talleres de VOC centrados en técnicas de medición, métodos, QA-QC y presentación de datos.

Algunos países tienen estaciones receptoras de satélites o reciben datos de satélites a través DEL SIB, pero carecen de los conocimientos especializados para utilizar la información en su beneficio. El Laboratorio Virtual de Formación y Enseñanza en Meteorología por Satélite (VLab) puede ayudar; es una red global de centros de formación especializados y operadores de satélites meteorológicos que colaboran para mejorar la utilización de datos y productos de los satélites meteorológicos y de observación del medio ambiente. El VLab puede continuar coordinando con el Grupo de Trabajo del CEOS sobre Creación de Capacidad y Democracia de Datos (WGCapD) para mejorar aún más las habilidades de los usuarios en los países en desarrollo haciendo accesible una amplia gama de capacitaciones sobre observaciones de la Tierra y sus aplicaciones a través del Calendario de Capacitación del CEOS. El calendario de capacitación se puede utilizar para encontrar o promover capacitaciones relacionadas con un amplio conjunto de áreas temáticas y geografías ofrecidas por los miembros y asociados del CEOS, los miembros del Grupo de observación de la Tierra (GEO) y otras organizaciones que participan en la capacitación sobre observación de la Tierra. Se alienta a que se siga participando en la Red de Capacitación, Educación y Desarrollo de la Capacidad de Observación de la Tierra (EOTEC-DevNet), iniciativa conjunta de los grupos de desarrollo de la capacidad del CEOS, el GCMS, el GEO, la OMM y la UNOOSA, a fin de atender a una importante necesidad de coordinación de diversas actividades de fomento de la capacidad, divulgación y capacitación en toda la cadena de valor, desde las observaciones basadas en el espacio hasta los servicios posteriores y los usuarios finales.

**RECOMENDACION**

Se formulan las siguientes recomendaciones de alto nivel:

1. Se alienta a los países desarrollados a que pongan sus productos del programa de trabajo nacional a disposición de los países en desarrollo según la política de datos unificados de la OMM para el intercambio internacional de datos del sistema Tierra; se pueden contemplar iniciativas a nivel regional para promover soluciones de computación en la nube a fin de lograr ese objetivo;
2. Se alienta a los PMA y a los pequeños Estados insulares en desarrollo a que presenten solicitudes para fortalecer o seguir desarrollando su infraestructura de observación de los GBON utilizando la SOFF, según proceda;
3. Es particularmente difícil mantener la capacidad una vez que se ha desarrollado, cuando los esfuerzos específicos en forma de proyectos con recursos asociados se convierten en programas de organización ordinarios que pueden no contar con recursos suficientes. Por lo tanto, deben realizarse esfuerzos a nivel nacional para garantizar la sostenibilidad de la infraestructura de GBON implementada.

Además, se proponen las siguientes directrices para la asignación de prioridades en las actividades de cooperación técnica para los sistemas de observación meteorológica (por orden de prioridad):

1. Establecer proyectos para mejorar y restablecer las capacidades de observación en altitud de la RBON[[17]](#footnote-18), haciendo hincapié en la activación de estaciones en altitud silenciosas y en la mejora de la cobertura en áreas con escasez de datos (en particular en lo que respecta a la adquisición de equipos y bienes fungibles, las telecomunicaciones y la formación del personal).
2. Ampliar la cobertura de AMDAR a los países en desarrollo, los PMA y los PEID para complementar las escasas observaciones en altitud o para proporcionar una alternativa rentable a los países que no pueden permitirse costosos sistemas de sondeos en altitud, aprovechando el WICAP (ver Sección 2.4.3).
3. Establecer proyectos destinados a mejorar la calidad, la regularidad y la cobertura de los datos de observación en superficie de la RBON, haciendo hincapié en la activación de estaciones silenciosas y la mejora de la cobertura en las zonas en que no se dispone de datos.
4. Establecer proyectos relacionados con la introducción y/o uso de nuevos equipos y sistemas de observación, incluyendo, cuando sea rentable, AWS de superficie, AMDAR, ASAP y boyas a la deriva.

La cooperación técnica para lograr comunicaciones fiables aportaría una valiosa contribución para garantizar que los datos de observación, una vez reunidos, puedan intercambiarse ampliamente.

Por último, al abordar la evolución de los sistemas de observación en los países en desarrollo deberían tenerse en cuenta las recomendaciones siguientes:

1. Definir áreas geográficas a las que se debe asignar prioridad para observaciones adicionales, si se dispone de fondos adicionales.
2. Asignar una alta prioridad, a nivel regional, al mantenimiento de una red mínima de radiosondas con un rendimiento aceptable.
3. Emplear actividades de rescate de datos para preservar el registro de observación histórica en los países en desarrollo y los de las estaciones de observación histórica, y poner a disposición conjuntos de datos a largo plazo para actividades que incluyen el reanálisis, la investigación, la adaptación, la vigilancia y otros servicios climáticos.
4. Alentar a las asociaciones regionales a que, en colaboración con la Comisión de Infraestructura, definan experimentos sobre el terreno en zonas con escasez de datos, durante un tiempo limitado, para evaluar la forma en que los datos adicionales contribuirían a mejorar el rendimiento a escala regional y mundial, siguiendo el ejemplo del experimento sobre el terreno del Análisis Multidisciplinario de[[18]](#footnote-19) los Monzones en África.
5. Examinar la medida en que las estaciones automatizadas podrían convertirse en una alternativa viable y eficaz en función de los costos a las estaciones manuales para la red de superficie en el futuro e investigar las configuraciones mejoradas de las estaciones automatizadas y manuales.
6. Seguir los Principios de Diseño de la Red de Observación (ver OMM-No. 1160, Sección 2.2.2.1 y Apéndice 2.1) y las prácticas adecuadas de gestión del cambio cuando se realizan cambios en los sistemas de observación del clima a través de una estrecha colaboración entre los administradores de observaciones y los científicos del clima[[19]](#footnote-20).
7. La disponibilidad de una infraestructura de telecomunicaciones sólida (contra las condiciones climáticas extremas) es un problema para la transmisión en la actualidad y la mitigación de los riesgos en las zonas vulnerables. Utilizar redes de telecomunicaciones robustas.
8. Utilizar el concepto de centro regional para proporcionar acceso a especialistas que podrían realizar la capacitación y el mantenimiento de sistemas más complejos, incluido AWS.

En octubre de 2021, la OMM Cg-Ext (2021) dio un paso importante al aprobar el proyecto de resolución 4.2/1, que respalda el establecimiento del SOFF, que proporcionará apoyo técnico y financiero para la implementación y el funcionamiento ininterrumpido de la GBON en los PMA y los PEID. El Secretario General, en colaboración con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Oficina del Fondo Fiduciario Multipartito de las Naciones Unidas, procurará que el SOFF se establezca en calidad de fondo fiduciario multipartito de las Naciones Unidas con carácter de urgencia.

1. **PLAN DE COMUNICACIÓN SOBRE LA NECESIDAD DE RESPONDER A LA VISIÓN DEL WIGOS EN 2040**

Las acciones prioritarias propuestas en el presente documento de orientación de alto nivel para la evolución de los sistemas de observación espaciales y de superficie que figuran en la sección 2.5 deben comunicarse a las principales partes interesadas y agentes de ejecución. Los mensajes clave deben ser comunicados a varios públicos objetivo para involucrarlos de manera efectiva. Se espera que, durante la fase operativa del WIGOS, los SMHN, en colaboración con los asociados nacionales, asuman una mayor responsabilidad en relación con la ejecución del WIGOS a nivel nacional.

El fomento de una cultura de cumplimiento de las disposiciones del Reglamento Técnico relativas al WIGOS es una prioridad fundamental durante la fase operativa inicial del WIGOS. A través de los indicadores WIGOS adoptados por el Consejo Ejecutivo (véase la Decisión 4.2(4)/1 (EC-73)) se pueden monitorear los avances en la implementación nacional de WIGOS. Esos indicadores permiten una evaluación más realista del cumplimiento por parte de los Miembros de la aplicación del WIGOS y de la evolución de los sistemas de observación. El plan para la Fase Operativa Inicial del WIGOS, aprobado por el Consejo Ejecutivo (ver aquí), incluye una sección sobre la cultura de cumplimiento como una de las prioridades del plan.

Los mensajes clave de este documento de orientación se comunicarán a las partes interesadas y los agentes de implementación, que son:

1. Gerentes técnicos y ejecutivos de los SMHN;
2. Organizaciones y programas internacionales asociados;
3. Organizaciones nacionales asociadas;
4. Agencias espaciales;
5. Socios científicos de las universidades;
6. las organizaciones de financiación y los donantes.

Para comunicar el contenido del documento de Orientación de Alto Nivel, se pueden utilizar los siguientes canales y actividades de comunicación:

1. Las actividades de formación del Grupo de Trabajo y los Centros Regionales de Capacitación de la OMM para el intercambio de información,
2. Los centros regionales del WIGOS;
3. Coordinadores nacionales de WIGOS;
4. presentación de los resultados de la Guía de Alto Nivel cuando existan oportunidades, en eventos paralelos durante las reuniones organizadas por los socios y otras partes interesadas.

Las actividades se revisarán y actualizarán periódicamente, teniendo en cuenta el progreso de la implementación y la retroalimentación de todas las partes interesadas.

**ANEXO 1**

**Documentos pertinentes del WIGOS, material normativo y material de orientación**

1. **Documentos relevantes DE WIGOS**

Durante la fase de desarrollo y preoperativa (2016–2019) para WIGOS, se han desarrollado varios documentos y herramientas de apoyo, así como material regulatorio y de orientación. Además, se ha desarrollado un plan para la Fase Operativa Inicial del WIGOS (2020–2023).

En el presente anexo se relacionan los documentos, instrumentos y material reglamentario pertinentes del WIGOS y se asesora sobre su conexión.

El WIGOS es una actividad fundamental y un elemento de infraestructura básico de la OMM en apoyo de todos los programas y esferas de aplicación de la OMM. WIGOS proporciona el marco global, las herramientas de gestión y diseño para todos los sistemas de observación que contribuyen a optimizar las inversiones impulsadas por los usuarios para desarrollos sostenibles que brinden servicios meteorológicos, climáticos, hidrológicos y medioambientales relacionados. Este es el caso de los siguientes tipos de observaciones:

1. B) Las observaciones meteorológicas y climáticas del Sistema Mundial de Observación (SMO) y las redes del SMOC;
2. Observaciones de la composición atmosférica, es decir, el componente de observación de la Vigilancia de la Atmósfera Global (VAG);
3. "observaciones hidrológicas del Sistema de Observación Hidrológica de la OMM (WHOS);"
4. "observaciones de la criosfera", es decir, el componente de observación de la Vigilancia de la Criosfera Global (VCG);
5. observaciones meteorológicas y oceanográficas marinas del Sistema Mundial de Observación de los Océanos (SMOO).

Puede encontrarse información detallada en la página web de WIGOS: https://public.wmo.int/en/programmes/wigos y https://community.wmo.int/activity-areas/wigos

Puede obtenerse más información sobre los planes de aplicación de los componentes de WIGOS en:

1. Plan de Implementación de la Vigilancia de la Criosfera Global (VCG), versión 1.6 (24 de enero de 2015) y versión 1.7 (19 de abril de 2016),
2. Plan de aplicación de la Vigilancia de la Atmósfera Global (VAG) de la OMM: 2016–2023. Informe Nº 228 de la VAG. Organización Meteorológica Mundial, 2017,
3. The Global Observing System for Climate (Sistema Mundial de Observación del Clima): Necesidades de implementación. GCOS-200. OMM, 2016,
4. Plan de ejecución del Marco Mundial para los Servicios Climáticos (MMSC). OMM, 2014,
5. Sistema de Observación Hidrológica de la OMM (WHOS) Fase II – Plan de Implementación Inicial, OMM, mayo de 2018.

Durante la fase preoperativa de WIGOS a partir de 2016–2019, las principales actividades se estructuraron a lo largo de cinco áreas prioritarias, a saber: (1) la implementación nacional de WIGOS; (2) el material regulatorio de WIGOS complementado con el material de orientación necesario para ayudar a los Miembros con la implementación del Reglamento Técnico de WIGOS; (3) el desarrollo adicional de los recursos de información de WIGOS (WIR), con especial énfasis en el despliegue operativo de las bases de datos de OSCAR; (4) el desarrollo y la implementación del WDQMS; y (5) el desarrollo del concepto y el establecimiento inicial de RWC. Los detalles se proporcionan en el Plan para la fase preoperativa del WIGOS 2016–2019 (PWPP). El Congreso de la OMM tomó nota en 2018 (Resolución 37 (Cg-18)) de los progresos realizados durante la fase de aplicación y preoperativa del WIGOS y decidió que el sistema se considerara operativo, con efecto a partir del 1 de enero de 2020, y que continuara como actividad central de la OMM. Por consiguiente, la Comisión de Observaciones, Infraestructura y Sistemas de Información (INFCOM) aprobó un plan para la fase operativa inicial del WIGOS (2020–2023) en su primera reunión, que posteriormente fue aprobado por la CE-73 (véase aquí). Las principales prioridades para el WIGOS durante ese período serán las siguientes:

1. Ejecución del WIGOS a nivel nacional, incluido el desarrollo de capacidad necesario, los acuerdos de asociación y la integración de los sistemas de observación para todas las esferas de aplicación.
2. Fomento de una cultura de cumplimiento de las disposiciones del Reglamento Técnico relativas al WIGOS.
3. Ejecución de la Red Mundial de Observaciones Básicas y las Redes Regionales de Observaciones Básicas.
4. Puesta en marcha operativa del Sistema de Control de la Calidad de los Datos del WIGOS.
5. Puesta en marcha operativa de los centros regionales del WIGOS.
6. Desarrollo ulterior de las bases de datos de OSCAR.

Se concederá gran prioridad a aquellas actividades que ayudarán a los Miembros a elaborar y ejecutar los planes nacionales relacionados con el WIGOS, en particular en los PMA, los países en desarrollo sin litoral y los pequeños Estados insulares en desarrollo donde se presentan las mayores necesidades.

El plan para la Fase Operativa Inicial del WIGOS (2020–2023) se basó en las capacidades desarrolladas durante la fase preoperativa. Haciendo notar el Plan de Ejecución para la Evolución de los Sistemas Mundiales de Observación (EGOS-IP), la Cg-18 invita a los Miembros y a los agentes de ejecución identificados a que tomen medidas para abordar mejor la ejecución de algunas acciones específicas del EGOS-IP, que se enumeran en el Anexo 3 del presente documento.

Se ha elaborado una estrategia de comunicación y divulgación para apoyar la ejecución del WIGOS. El objetivo de la Estrategia es garantizar que todos los Miembros y las partes interesadas de la OMM tengan fácil acceso a toda la información pertinente sobre la WIGOS – el concepto, los beneficios, los impactos, las actividades clave de aplicación, los progresos y los desafíos.

El RRR recopila información sobre la evolución de las necesidades de los Miembros en materia de observaciones en las 14 Áreas de Aplicación actuales para satisfacer las necesidades de todos los programas de la OMM. La comparación de los requisitos del usuario con las capacidades del sistema de observación para un área de aplicación determinada se denomina Revisión crítica. Esto es revisado por expertos en las áreas de aplicación relevantes y utilizado para preparar un SoG, cuyo objetivo principal es llamar la atención sobre las brechas más importantes entre los requisitos de usuario y las capacidades del sistema de observación, en el contexto de la aplicación (ver también Sección 2.1). Con el enfoque del Sistema Tierra de la OMM y la consideración de la evolución de las necesidades de los usuarios y el mayor papel del sector privado, el INFCOM está revisando el RRR y sus procesos durante el período entre reuniones 2020–2023.

Una compilación detallada de todas las variables y requisitos para las diferentes áreas de aplicación se proporciona en la base de datos de OSCAR (Herramienta de análisis y revisión de la capacidad del sistema de observación). Los nuevos lanzamientos de OSCAR/Space y OSCAR/Surface entraron en funcionamiento durante la segunda mitad de 2020.

El documento Visión para el WIGOS en 2040 presenta un escenario probable para orientar la evolución del WIGOS en las próximas décadas y una visión ambiciosa pero técnica y económicamente viable para un sistema de observación integrado que abordará los requisitos de observación identificados. En la Visión se prevé el pleno desarrollo y ejecución de un marco del WIGOS que preste apoyo en relación con todas las actividades de la OMM y sus Miembros en las esferas generales del tiempo, el clima, el agua y otras aplicaciones ambientales conexas. La Visión trata de abordar las necesidades de todas las Áreas de Aplicación con los programas de la OMM y los programas copatrocinados a los que responde WIGOS. La Visión considera que los futuros sistemas de observación se basarán en los subsistemas existentes, tanto de superficie como espaciales, y capitalizarán las tecnologías de observación existentes, nuevas y emergentes que no se hayan incorporado o explotado plenamente en la actualidad.

Los SMHN ya no son los únicos proveedores de observaciones meteorológicas. En cambio, diversas organizaciones suelen gestionar sistemas de observación de interés para las esferas de aplicación de la OMM. Un principio del WIGOS es integrar estas observaciones en un sistema global, en la medida de lo posible.

El GBON es un elemento fundamental de WIGOS. La GBON tiene por objeto, en particular, fortalecer los componentes del sistema de observación basados en la superficie, y se ocupará de las necesidades de observación que actualmente no pueden satisfacer los sistemas de observación espaciales. Representa un nuevo enfoque, a saber, el diseño, la definición y el monitoreo a escala mundial de una red básica de observaciones en superficie. Una vez que se implemente, la GBON mejorará la disponibilidad de los datos de superficie más esenciales, lo que tendrá un efecto positivo directo en la calidad de los pronósticos meteorológicos. El sitio web de la comunidad de la OMM incluye el concepto, un resumen ejecutivo y presentaciones sobre GBON.

El proyecto de disposiciones sobre los GBON y el proyecto de proceso para la designación de estaciones de GBON se examinaron en la primera reunión de la Comisión de Infraestructura de la OMM (véase el informe final abreviado de la reunión de la OMM Nº 1251) y se presentaron a la CE-73 tras su examen por los Miembros. El proyecto de disposiciones de GBON fue finalmente adoptado por la reunión extraordinaria del Congreso Meteorológico Mundial en octubre de 2021; entrará en vigor el 1 de enero de 2023.

1. **Textos reglamentarios y material de orientación del WIGOS**

El Reglamento Técnico tiene por objeto asegurar la uniformidad y normalización adecuadas de las prácticas y los procedimientos para facilitar la cooperación en meteorología e hidrología entre los Miembros (véase el Reglamento Técnico (OMM-Nº 49), Volumen I – Normas meteorológicas de carácter general y normas recomendadas, parte I – WIGOS.

El Manual sobre el WIGOS especifica la obligación de los Miembros en la ejecución y el funcionamiento del WIGOS. Facilita la cooperación en materia de observaciones entre los Miembros y garantiza la uniformidad y normalización adecuadas de las prácticas y los procedimientos empleados (Manual del WIGOS (OMM-Nº 1160), edición de 2019)

La versión actualizada de 2018 de la Guía ofrece materiales que son pertinentes para algunas de las nuevas normas relativas al WIGOS. Entre los temas abordados figuran el nuevo sistema de identificadores de estación del WIGOS, los nuevos requisitos para el registro y la puesta a disposición de los metadatos tal como se especifica en la Norma sobre Metadatos del WIGOS, el nuevo instrumento OSCAR que utilizarán los Miembros para enviar los metadatos a fin de que la OMM realice una compilación mundial, y los nuevos principios sobre el diseño de redes de observación. Los principios brindan orientación a los NMHS sobre cómo diseñar y desarrollar sus redes de observación. Se alienta a los Miembros a que sigan los principios de la OND. Para la evolución del sistema mundial de observación en el período 2020–2023 es importante el enfoque de las redes escalonadas, mediante el cual la información de las observaciones de referencia de alta calidad puede transferirse a otras observaciones y utilizarse para mejorar su calidad y utilidad. Para más detalles, véase la Guía del Sistema Integrado de Observación de la OMM (OMM-Nº 1165), edición de 2017 actualizada en 2018.

La Guía de Instrumentos y Métodos de Observación Meteorológicos (Guía cimo) ofrece asesoramiento sobre buenas prácticas para mediciones y observaciones meteorológicas. Establece normas técnicas, procedimientos de control de calidad y orientación para el uso de instrumentos meteorológicos y métodos de observación a fin de promover el desarrollo y la normalización en todo el mundo. En la actualidad, las tecnologías de observación, como los instrumentos de teleobservación que funcionan a bordo de satélites y en la superficie de la Tierra (por ejemplo, los radares meteorológicos), constituyen la principal fuente de información sobre la atmósfera y la superficie de la Tierra. En el manual de la OMM y la UIT “Utilización del espectro radioeléctrico en meteorología” (Handbook on the use of Radio Spectrum) figura amplia información técnica y operacional sobre la utilización de radiofrecuencias por los sistemas meteorológicos. Es muy importante que la comunidad meteorológica defienda la banda de frecuencia necesaria contra otros usuarios comerciales. Los equipos de expertos de la OMM, los expertos de los organismos espaciales y los programas de cooperación regional como EUMETFREQ han realizado numerosos estudios para proteger las bandas de frecuencias y representado a la OMM a nivel de la UIT. Estos esfuerzos deben continuar. Además, es de la mayor importancia que toda nueva aplicación o equipo que utilice radiofrecuencias sea conocido a nivel internacional (UIT) a fin de garantizar la protección adecuada. Dado que el proceso de elaboración de un texto reglamentario a nivel internacional requiere largas demoras, es fundamental que los equipos de expertos de la OMM dispongan de información previa para garantizar una protección adecuada. Además, los esfuerzos del Equipo de Expertos sobre Coordinación de Frecuencias Radioeléctricas de la OMM deben contar con el apoyo de expertos nacionales.

WIGOS proporciona una serie de herramientas que pueden ser útiles en la implementación de WIGOS a nivel mundial, regional y nacional. OSCAR es un recurso desarrollado por la OMM en apoyo de aplicaciones de observación de la Tierra, estudios de planificación de redes y coordinación mundial. El OSCAR es un inventario web de todas las estaciones y plataformas espaciales y de superficie de WIGOS, tiene los siguientes componentes:

1. OSCAR/Surface y OSCAR/Space incluyen información sobre la capacidad de los sistemas de observación de superficie y espaciales.
2. OSCAR/Requirements contiene las necesidades de los usuarios para todas las esferas de aplicación que prestan apoyo a los Programas de la OMM, y
3. OSCAR/Analysis se utilizará para comparar esos requisitos con las capacidades del sistema de observación (RRR, Critical Review). El instrumento se está perfeccionando y se añadirán otras funciones e información, según proceda.

OSCAR/Space está disponible en la Secretaría de la OMM desde 2012, y la última versión 2.6 se publicó en octubre de 2021. Fue una importante actualización de software con varias nuevas características relacionadas con el análisis de brechas y la herramienta de búsqueda. Hoy OSCAR/Space contiene información relacionada con 1000 instrumentos. Aproximadamente 650 de ellas se dedican a la observación de la Tierra y 350 a misiones meteorológicas espaciales. Es una fuente de referencia para la información mantenida por la OMM en beneficio de los usuarios de satélites y los organismos de explotación de satélites de todo el mundo.

OSCAR/Surface ha sido desarrollado conjuntamente por la OMM y MeteoSwiss desde 2014 para los componentes de superficie, requisitos y análisis. Las mejoras se agregan rutinariamente a través de lanzamientos regulares de OSCAR/Surface, por ejemplo, el lanzamiento de octubre de 2021 agregó una función para la inclusión automática de información de monitoreo del Sistema de Monitoreo de Calidad de Datos de la OMM para reflejar el estado operativo real de las estaciones de observación en OSCAR/Surface.

Para obtener más información sobre OSCAR y otras herramientas de WIGOS, visite el Portal de Aprendizaje de WIGOS, que contiene varios tutoriales y cursos de capacitación. Contiene material de aprendizaje para OSCAR/Surface, para WDQMS y otros temas relacionados con WIGOS, como videos, presentaciones, documentos, enlaces, etc., así como los materiales entregados en talleres de capacitación regionales.

La herramienta web WDQMS, estrechamente conectada con OSCAR, es un recurso desarrollado por la OMM, y alojado por ECMWF, para monitorear el desempeño de todos los componentes de observación de WIGOS.

La versión operativa actual de la herramienta web monitorea la disponibilidad y calidad de los datos de observación basados en información de monitoreo casi en tiempo real de los cuatro centros de NWP participantes: el Servicio Meteorológico Alemán (DWD), el ECMWF, la Agencia Meteorológica de Japón (JMA) y los Centros Nacionales de Predicción del Medio Ambiente de los Estados Unidos (NCEP). El instrumento vincula la disponibilidad y la calidad de los datos de observación basados en la superficie de los centros de vigilancia del WIGOS con los metadatos del WIGOS y las necesidades de los usuarios de OSCAR, proporcionando información sobre cuestiones de redes/estaciones a los Miembros de la OMM y a los RWC para su seguimiento. El monitoreo de NWP está disponible actualmente para estaciones terrestres de superficie (informes SYNOP) y estaciones terrestres de Radiosonda en el aire superior (informes TEMP y PILOT).

En la CE-69 se aprobaron indicadores para el seguimiento del progreso de la implementación nacional de WIGOS y en el sitio web de preparación de WIGOS se puede monitorear el progreso (a partir del 1 de junio de 2019).

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**ANEXO 2**

**Descripción general de la brecha de la declaración de orientaciones por variable**

En el cuadro 1 que figura a continuación se ofrece una visión de conjunto de las lagunas observacionales extraídas de las declaraciones de orientación de las esferas de aplicación de la OMM, con indicación de las prioridades para subsanarlas, las tecnologías disponibles y las nuevas, y algunos comentarios o recomendaciones que deben tenerse en cuenta.

**Cuadro 1: Variables de requerimiento y sus brechas de las Declaraciones de Orientación**

| **Variable** | **Esfera de aplicación y lagunas** | **Tecnología disponible para abordar las brechas** | **Nuevas tecnologías** | **Comentario/Recomendaciones (Costo, Complementariedad de Tecnologías, Aspecto de Desarrollo de Capacidades, Desarrollo GBON, etc.)** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| u y v-comp de viento en el dominio 3D. | **PNT mundial:**   * La cobertura es marginal o pobre sobre el océano y la tierra escasamente habitada * Muy pocas observaciones de viento in situ desde las regiones polares. En la estratosfera baja, solo las radiosondas proporcionan información sobre el viento * Con la disponibilidad de sondas infrarrojas hiperespectrales en satélites geoestacionarios, esto puede mejorar aún más el campo eólico 3D analizado   **PNT de alta resolución:**   * Sin embargo, en muchas regiones es evidente la falta de observaciones fiables. La calidad de los datos recuperados de los perfiles de viento bien mantenidos es buena, mientras que la calidad de los vientos de la técnica Velocity Azimuth Displays (VAD) puede ser cuestionable. * Además, la información obtenida mediante satélites geoestacionarios proporciona información aceptable debido a la alta frecuencia de observación y la alta resolución horizontal, aunque en general se limita a la observación de un solo nivel de viento en unos pocos niveles determinados con escasa precisión.   **Nowcasting y VSRF:**   * La cobertura eólica en las regiones polares es esencialmente inexistente. * La resolución temporal de los perfiles de viento de las radiosondas es marginal a aceptable. * Los vientos de satélite son aceptables a una precisión marginal y la cobertura vertical es marginal   **Meteorología aeronáutica:**   * Se puede lograr una mayor precisión en los pronósticos de viento mediante una recopilación mejorada de datos de observación basados en aeronaves (por ejemplo, enlazados hacia abajo desde los sistemas AMDAR, ADS-B (vigilancia dependiente automática) y Mode-S) y observados en las áreas terminales. * Además, los radares meteorológicos de barrido a menudo enfrentan problemas para las mediciones cercanas a la superficie debido a la presencia de muchos artefactos no meteorológicos que contaminan en gran medida la señal. | Radiosondas, globos piloto,  Vientos de aeronave,  Radares perfiladores de viento, Vientos del radar meteorológico, VAD  Mediciones de viento Doppler multiestáticas,  Mediciones indirectas del viento: Imágenes multiespectrales en el visible/infrarrojo con ciclos de repetición rápidos.  Sondeadores infrarrojos hiperespectrales por satélite | Modo-S (asimilado operativamente en la Oficina Meteorológica desde 2020, NWP global y NWP de alta resolución, Li 2021)  Doppler lidar (misión Aeolus asimilada operativamente en ECMWF desde 2020 NWP global)  Vehículos aéreos no tripulados (UAV) para modelos de alta resolución.  Lidar Doppler basado en tierra, dentro de la capa límite y en nubes ópticamente delgadas  Medición del descenso de la radiosonda (procedimiento) | Modo S: Datos gratuitos, capacidad de elaboración de perfiles cerca del aeropuerto, buena cobertura a nivel de crucero  Aeolus fue diseñado en la década de 1990, y se supone que durará al menos 3 años, por lo que hay muchos aspectos de la tecnología que podrían mejorarse en una posible misión operativa futura.  UAV: Altura limitada (depende de la regulación del país) MeteoSwiss ha realizado un experimento con drones totalmente automatizados de hasta 2 km de altura. (Leuenberger y otros 2020)  En 2022–2023, el equipo JET-ABO de la OMM está tratando de organizar un proyecto de demostración mundial que se centrará en la calidad de los datos, las normas y los formatos para los datos meteorológicos, así como en una evaluación del impacto de la asimilación de datos en el PNT regional. Posible colaboración con terceros utilizando drones (10 años)  La tecnología de láser de diodos permite una técnica de lidar más barata que antes. No sufre como el radar por el desorden del suelo, la asignación de frecuencias. Útil para aeropuerto, meteorología urbana (Barlow 2011).  Wind Doppler lidar estará con otros instrumentos utilizados para los Juegos Olímpicos de París 2024 del Proyecto de Demostración de la Investigación (RDP). |
| Presión de superficie | **PNT mundial:**   * La cobertura es marginal o inexistente en algunas zonas de los trópicos y el Ártico * Los sistemas de satélites actuales o previstos no observan la presión en la superficie, excepto por alguna pequeña contribución de los datos de ocultación por radio y las mediciones de SoG para GNWP – 4 – profundidad óptica atmosférica diferencial para un gas de composición conocida como el oxígeno (por ejemplo, la misión OCO-2 de la NASA)   **Reanálisis a largo plazo para estudios climáticos**   * Debido a que existen datos de observación in situ históricos de larga data de la presión superficial, los datos se utilizan principalmente como datos de observación primarios en los reanálisis a largo plazo para los estudios climáticos, y será de apoyo para que esas aplicaciones continúen las observaciones de presión superficial in situ.   **Aplicaciones oceanográficas:**   * Los buques y las boyas a la deriva realizan observaciones estándar de la superficie de varias variables atmosféricas, incluida la presión en la superficie del mar. Sólo un pequeño número de boyas amarradas soportan la presión de la superficie del mar. En aguas relativamente poco profundas, las plataformas petrolíferas hacen lo mismo, pero la frecuencia y la cobertura espacial son marginales para las aplicaciones de los servicios marinos. * Debería aumentarse la resolución de las observaciones de la presión en superficie para mejorar posiblemente la exactitud de las previsiones totales del nivel del mar en las regiones costeras y estuarinas, especialmente durante los fenómenos meteorológicos extremos. | Buques, boyas a la deriva, boyas fondeadas, estaciones de superficie,  Espectrómetro NIR | Saildrones sobre el océano | Los estudios de sensibilidad que utilizan sistemas de asimilación de datos atmosféricos indican que los datos de presión de la superficie del mar en latitudes medias y altas tienen un gran impacto en las habilidades de pronóstico meteorológico. Pero el impacto de los datos sobre la presión de la superficie del mar en los trópicos no está claro.  Los sensores de presión son relativamente caros en comparación con los sensores de otros elementos atmosféricos superficiales estándar, como la temperatura, la humedad y los vientos. Se convierte en el obstáculo para instalarlo en las boyas fondeadas. |
| Cerca de la superficie u y v-comp de viento, como un campo 2D  Por lo general, a 10 m | **PNT mundial:**   * La cobertura es marginal o inexistente en algunas zonas de los trópicos y el Ártico * Los altímetros de los satélites polares sólo proporcionan información sobre la velocidad del viento con cobertura mundial y buena precisión. Sin embargo, la cobertura horizontal y temporal es limitada   **PNT de alta resolución:**   * La interpretación de los datos de viento locales es complicada en terrenos montañosos, donde las circulaciones diurnas locales son comunes * la información sobre el viento en la superficie de los satélites en órbita polar es muy útil para los modelos mundiales, pero su frecuencia temporal es marginal para las previsiones a mesoescala   **Nowcasting y VSRF:**   * La interpretación de los datos de viento locales es complicada en terrenos montañosos, donde las circulaciones diurnas locales son comunes * las mediciones del viento pueden ser localmente buenas, pero para muchas regiones solo aceptables o incluso marginales para aplicaciones de difusión inmediata * Sobre el océano, buques y boyas proporcionan observaciones de viento de frecuencia y precisión aceptables/marginales   **Meteorología aeronáutica:**   * Los perfiles de viento de la capa límite proporcionan información útil sobre la cizalladura vertical y la turbulencia, pero son limitados en el muestreo de los cambios horizontales del viento en las trayectorias de vuelo para alertar sobre la cizalladura del viento. * Los vientos de movimiento de nubes rara vez son capaces de proporcionar datos continuamente en la capa límite planetaria sobre la tierra.   **Aplicaciones oceanográficas:**   * Para el cálculo de las olas oceánicas, la cobertura de los datos no es suficiente, y la exactitud de los datos del viento superficial del satélite es insuficiente, especialmente en el rango de velocidad del viento tormentoso. | Dispersómetros en satélites en órbita polar,  Buques, boyas,  Radiómetros polarimétricos pasivos,  Generadores de imágenes de microondas de banda L,  Redes locales de observación de mesoescala,  Lidares Doppler y radares meteorológicos Doppler terminales, perfiladores de viento de capa límite,  "Sondas hiperespectrales de infrarrojos", "Imágenes en el visible/infrarrojo", "Realización de una banda diurna/nocturna", "Misiones de reflectometría del GNSS (GNSS-R)"; "MW pasivo"; "Radar de apertura sintética (SAR)" | Misiones de reflectometría del GNSS (GNSS-R); MW pasivo; SAR | Consulte "estrés por viento en el océano" para ver el uso de datos de viento en superficie para forzar modelos de circulación general en el océano. |
| Temperatura del aire en el dominio 3D | **PNT mundial:**   * En la mayor parte de la Tierra – océano y tierras escasamente habitadas – la cobertura de los datos in situ es marginal o inexistente   **PNT de alta resolución:**   * Con respecto a los requisitos de NWP de alta resolución en la capa límite, la resolución vertical de las sondas de satélite sigue siendo marginal.   **Nowcasting y VSRF:**   * Los sistemas actuales, a excepción de las radiosondas y AMDAR/MODE-S, no tienen la resolución vertical necesaria para resolver la parte superior de la PBL, por lo que su capacidad es escasa para aplicaciones tales como la previsión del inicio de la convección (es decir, satélites geoestacionarios o radiómetros terrestres). | Radiosondas, aeronaves, satélites polares, radiocultación,  Imágenes multiespectrales en el visible/infrarrojo con ciclos de repetición rápidos, sondas hiperespectrales en el infrarrojo,  Imágenes en el visible/infrarrojo, realización de una banda diurna/nocturna, imágenes en microondas, sondas estratosféricas y mesosféricas de barrido transversal en microondas,  Misión VIS/NIR/SWIR/IR para la cobertura polar continua (Ártico y Antártida) | Raman-Lidar  HSRL-DIAL  lidar de absorción diferencial  Radiómetro  Mediciones de descenso de la radiosonda | Raman-lidar: disponible comercialmente, medidas muy detalladas de los primeros 3 km, cumplen con el requisito de avance para la fundición ahora. Puede ser caro para la implementación en red. (Lange 2019). Limitado por la nube.  HRSL: no disponible comercialmente, desarrollado por el Centro Nacional de Investigación Atmosférica (NCAR) y la Universidad Estatal de Montana (MSU). (Stillwell y otros 2020). Limitado por la nube.  Radiómetro. Comercialmente disponible. Mala resolución vertical, pero puede detectar la inversión de temperatura en los kilómetros más bajos. Obtiene una mejor habilidad vertical en condiciones árticas. MeteoSwiss actualmente prueba el impacto en su modelo de alta resolución mediante la asimilación directa de datos de temperatura de brillo. |
| Humedad del aire en el dominio 3D | **PNT mundial:**   * disponibles a partir de radiosondas en zonas terrestres pobladas, y a partir de buques en el Atlántico Norte (los e-ASAP). En estas áreas, la resolución horizontal y temporal suele ser aceptable (pero a veces marginal, debido a la alta variabilidad horizontal del campo) * En la mayor parte de la Tierra – océano y tierras escasamente habitadas – la cobertura es marginal o inexistente * Los instrumentos de sondeo en órbita polar proporcionan información sobre la humedad troposférica con cobertura mundial. Aunque la resolución vertical de radiaciones pasivas sensibles a la humedad de microondas solo es sensible a la gran escala   **Nowcasting y VSRF:**   * La recuperación de campo de humedad del sistema de teledetección tiene una mala resolución vertical para NWC * La cobertura del radar meteorológico Doppler es marginal, ya que se basa en objetivos desordenados en tierra (disponibles solo cerca del radar).   **Meteorología aeronáutica:**   * Los sistemas de sondeo por satélite (sondas de microondas) están empezando a tener un efecto positivo en las zonas oceánicas cuando esos datos se utilizan en la asimilación de datos para el PNT, pero la resolución vertical y la disponibilidad regular siguen considerándose insuficientes a los efectos de la meteorología aeronáutica. * Por esa razón, los sensores de humedad en las aeronaves AMDAR serán muy importantes si se puede resolver el problema de la sensibilidad y la precisión a humedades muy bajas en los niveles de la alta troposfera y la estratosfera. | Radiosondas, aeronaves, instrumentos de sondeo de órbita polar, satélites geoestacionarios, radiómetros terrestres, AMSU, sensores multiespectrales, radioocultación GNSS (constelación básica), constelación de sondas de alta frecuencia temporal de MW, sondas de extremidades UV/VIS/NIR/IR/MW | MARCAR  Raman-Lidar  HSRL-DIAL  GNSS (inclinación, tomografía)  Radiómetro terrestre  DAR  ÁNGULO DE FLEXIÓN DE LOS MODOS S | El prototipo de marcación de banda ancha de Vaisala se ha probado en una amplia variedad de climas (Newson et al 2020, Roininen y Münkel 2017, Mariani et al 2020, Yeung et al 2020). Pronto debería estar disponible comercialmente. Limitado a los primeros 3 km por la cantidad de aerosol y nube.  Raman-Lidar y HRS: miden la temperatura y la humedad (ver comentario anterior y referencia sobre la medición de la temperatura.  Los GNSS proporcionan vapor de agua integrado, la asimilación de datos de retardo inclinado podría propagar un poco de información vertical, la red muy densa (5 a 25 km de separación entre receptores) podría permitir la tomografía. (Brenot 2014)  Radiómetro terrestre: resolución vertical limitada, cantidad de vapor de agua casi integrada, en cuanto a la temperatura Meteo suisse está evaluando actualmente su impacto. (disponible comercialmente)  Escanear el radiómetro azimutal Themens 2014 (etapa de proyecto) con canal adicional en la región de la ventana podría dar un mayor grado de libertad espacial que un radiómetro apuntador vertical, cantidad aún casi integrada  DAR; radar de absorción diferencial, dar perfil de vapor de agua en nubes, en desarrollo en el Jet Propulsion Laboratory (JPL), (Roy et al 2020)  Ángulo de curvatura del modo S: etapa del proyecto. https://www.meteorologicaltechnologyinternational.com/news/aviation/technique-for-tracking-humidity-through-aircraft-signals-wins-top-european-award.html |
| temperatura del agua justo por debajo de la superficie. (no la temperatura radiativa de la piel) | **PNT mundial:**   * La cobertura es marginal o inexistente en algunas áreas de la Tierra, pero las recientes mejoras en la red in situ han mejorado considerablemente la cobertura   **PNT de alta resolución:**   * debido a la importante cobertura de nubes, la información de SST proporcionada por los generadores de imágenes IR por satélite es muy limitada. La ampliación de la cobertura de datos de boyas y buques, que a menudo sigue siendo marginal, puede aportar información valiosa.   **Nowcasting y VSRF:**   * Los mismos requisitos que SoG NWP de alta resolución   **Predicciones subestacionales a más largas:**   * Los buques y las boyas fondeadas y a la deriva proporcionan observaciones in situ con una precisión aceptable, pero la cobertura y la frecuencia son escasas o marginales en amplias zonas de la Tierra. * Los satélites geoestacionarios proporcionan datos SST por hora con una resolución de 1 a 4 km. Aunque los datos están ausentes en el área cubierta de nubes, la resolución horizontal y temporal es aceptable para resolver el ciclo diurno, pero su cobertura no se extiende a latitudes más altas.   **Reanálisis a largo plazo para estudios climáticos**   * La TSM es una variable esencial para los reanálisis a largo plazo para los estudios climáticos, junto con los datos de presión superficial, porque existen largas bases de datos históricas y tiene impactos cruciales en el estado climático. Las observaciones de SST continuas también son necesarias para esas aplicaciones.   **Aplicaciones oceanográficas:**   * El objetivo para SST de alta calidad en mar abierto es idealmente una escala espacial de 5 km con precisión de 0.5K y una entrega rápida (disponibilidad en 1 hora). En las regiones costeras, el objetivo es 1 km con una precisión de 0.5K y un retraso de entrega de 1 hora. * La cobertura de los buques y las boyas amarradas y a la deriva es marginal o deficiente en algunas zonas del océano mundial para calibrar los datos satelitales y validar los productos satelitales y los campos modelo. * La cobertura de los buques y las boyas amarradas y a la deriva es marginal o deficiente en algunas zonas del océano mundial para calibrar los datos satelitales y validar los productos satelitales y los campos modelo. * Se necesita una combinación de datos de infrarrojos y microondas porque cada uno tiene diferentes propiedades de cobertura y error. * Además, los radiómetros de microondas no se pueden utilizar para aplicaciones costeras debido a: a) la resolución espacial más bien gruesa y b) la contaminación por señales terrestres. * La mejora de la exactitud de la SST satelital en regiones de aguas poco profundas y cerca de los bordes del hielo marino ayudará a mejorar el rendimiento de las predicciones oceánicas. | Buques, boyas, instrumentos infrarrojos y de microondas en satélites polares,  Imágenes geoestacionarias con mediciones en ventanas divididas, imágenes multiespectrales en el visible/infrarrojo con ciclos de repetición rápidos,  Sondas hiperespectrales infrarrojas, imágenes en el visible/infrarrojo, realización de una banda diurna/nocturna, imágenes en el blanco y negro, imágenes en el plano superior en el plano transversal en el plano estratosférico y mesosférico,  Misión VIS/NIR/SWIR/IR para la cobertura polar continua (Ártico y Antártida) | CIMR – un nuevo sensor de microondas por satélite con una resolución espacial mejorada (en comparación con SSM/I-SSMIS y AMSR-E – AMSR2) | Debe subrayarse la necesidad de mediciones complementarias de IR-MN. Es necesario realizar actividades de calibración indirectas (radiómetros IR basados en buques, como el M-AERI).  CIMR ofrecerá SST de alta calidad junto con una precisión sin precedentes de las estimaciones de SIC, reduciendo así esta fuente de incertidumbre en las regiones polares. |
| Cobertura del hielo marino y espesor del hielo. | **PNT de alta resolución:**   * La interpretación de los datos puede ser difícil cuando el hielo está parcialmente cubierto por estanques de deshielo. El monitoreo del grosor del hielo operativo será necesario a largo plazo, pero no está previsto actualmente.   **Nowcasting y VSRF:**   * Los mismos requisitos que SoG NWP de alta resolución   **Predicciones subestacionales a más largas:**   * La asimilación del SIC observado por radiómetros de microondas satelitales como SSMI/SSMIS o AMSRE/AMSR2, etc., se realiza a menudo en sistemas de predicción subestacionales a más largos y se confirma que tiene un impacto crucial para reproducir estados iniciales precisos de hielo marino. La capacidad de observación actual durante la temporada de congelación es suficiente si se considera la calidad actual de los sistemas de predicción subestacionales a más largos. Los sesgos observacionales en el verano se cuantificaron mejor mientras tanto, pero aún obstaculizan la asimilación útil de tales datos para los meses de verano. * Algunas investigaciones indican que la asimilación del espesor del hielo marino es eficaz para mejorar las predicciones de la extensión del hielo marino en las temporadas de fusión del hielo. * El espesor del hielo marino in situ tiene una disponibilidad bastante limitada. * Las evaluaciones del espesor del hielo marino realizadas con observaciones satelitales como el ICESat (satélite de observación del hielo, las nubes y la elevación terrestre) tienen una resolución espacial elevada pero una anchura de franja estrecha. CryoSat y CryoSat-2, mediante el uso de un satélite en órbita terrestre baja, vigilan las variaciones de la extensión y el espesor del hielo polar. Los datos de espesor de hielo marino SMOS están restringidos para detectar hielo marino fino (<1 m) y tienen características de error complejas. Estos productos de espesor de hielo marino basados en satélites son en general de escasa a escasa precisión. Las observaciones continuas son deseables para uso operativo en predicciones subestacionales y a más largo plazo. * También se prueba la asimilación de la temperatura de la superficie del hielo. Es probable que tenga algunos impactos en las predicciones del estado de la atmósfera en las regiones polares y subpolares. * La profundidad de nieve en el hielo marino es importante para el clima de la región polar y un parámetro clave para la recuperación del espesor del hielo marino utilizando altimetría. Existen varios esfuerzos para estimar la profundidad de la nieve a partir de datos satelitales (sensores pasivos de microondas, combinación de altímetros de radar y láser).   **Aplicaciones oceanográficas:**   * Aunque los informes basados en la superficie pueden proporcionar excelentes detalles sobre el hielo, especialmente su espesor y topografía de superficie, se reconoce en general que para la mayoría de las áreas, los informes de superficie no son realmente adecuados para describir completamente las condiciones del hielo. * Las inclemencias del tiempo (niebla, precipitación y nubes bajas) restringirán o interrumpirán las observaciones y los problemas habituales de las restricciones de vuelo en la base de la aeronave también pueden ser un factor incluso si el clima sobre el hielo es adecuado para observar. * La cobertura por satélite puede ser amplia a baja resolución o cubrir una franja estrecha a alta resolución. En este último caso, los datos procedentes de un lugar determinado sólo podrán obtenerse a intervalos de varios días. * Se necesitan observaciones precisas relacionadas con el hielo, como el espesor del hielo, la concentración del hielo, la edad del hielo, la profundidad de la nieve en el hielo marino, el albedo de hielo y la cobertura del estanque de deshielo, la temperatura de la superficie del hielo y la velocidad del hielo, para las aplicaciones de validación y asimilación de datos del modelo. * La asimilación de la velocidad del hielo marino se prueba en algunos sistemas. Los campos de convergencia/divergencia de hielo marino son de interés para los modelistas debido a su relevancia para la apertura de cables y/o polinias y la deformación del hielo marino. * Las observaciones in situ del SIC, el espesor, la edad, el albedo superficial y la temperatura, la profundidad y el tipo de nieve, y la deriva son necesarias para validar las mediciones satelitales. | Órbita polar, satélites de órbita de alta inclinación equipados con i) instrumentos pasivos de microondas (SSMIS, MWRI, AMSR2, SMAP, SMOS) para SIC, profundidad, espesor, edad y deriva de nieve, ii) dispersómetros (ASCAT, OSCAT) para edad y deriva de hielo marino, iii) SAR (Sentinel-1, RADARSAT-2, TerraSAR-X, otros) para SIC de alta resolución, deriva y edad, iv) altímetros láser o de radar (ICESat-2, CryoSat-2, Saral/AltiKa, Sentinel-3) para espesor de hielo marino y profundidad de nieve, y v) sensores VIS/NIR/IR (AVHRR, MODIS, VIIRS, Landsat, Sentinel-2/-3) para temperatura de superficie, albedo y estanque de fusión, cobertura  Sensores aerotransportados de los tipos enumerados anteriormente  Otras observaciones / reconocimiento de aeronave convencional  Radar costero y basado en buques  Misión VIS/IR de órbita elíptica alta para la cobertura polar continua (Ártico y Antártida), altímetros de radar de gran amplitud, Lidar (longitud de onda única) Altimetría interferométrica de radar, VIS hiperespectral  Observaciones visuales desde asentamientos costeros, faros y barcos  Estaciones de observación en tierra en el mar / durante expediciones que incluyan radar de hielo, boyas de hielo, observaciones de plataformas atadas a hielo, sonar ascendente basado en vehículos amarrados y submarinos | Mayor uso de radares de banda X basados en buques para observaciones de olas y crestas de hielo marino.  Con la nueva generación de rompehielos, hay margen para un sistema normalizado (semi) automatizado en marcha para las observaciones de hielo marino y nieve.  Una mayor comprensión de los GNSS-R proporciona observaciones adicionales.  Radiómetro de Microondas por Imágenes de Copernicus (CIMR)  instrumentos pasivos de microondas, dispersómetros en satélites polares, aeronaves convencionales y radares costeros, imágenes aéreas y satelitales visibles e infrarrojas, perfiles láser aerotransportados, dispersómetros, radares laterales (SLAR / SLR) o SAR, satelitales o aerotransportados), observaciones visuales de asentamientos costeros, faros y buques, SSMR (concentración de hielo), SSMIS (concentración de hielo), AMSR2(concentración de hielo), VIIRS (temperatura de superficie de hielo) | Ártico: Potencial para estaciones costeras cerca de hielo rápido y hielo marino a la deriva.  Antártico: Sitios de la Red Antártica de Hielo Rápido (AFIN) como posible complemento de una infraestructura ya establecida.  Botes de hielo más pequeños, más baratos y más respetuosos con el medio ambiente con mejor instrumentación, menor costo de telecomunicación de datos satelitales, desplegables por aire.  Más radares costeros de alta frecuencia, observaciones más sistemáticas durante las expediciones sobre el terreno/ desde buques que utilizan sensores VIS/NIR/IR y MW para la evaluación de productos por satélite.  Mejorar la cobertura espaciotemporal, la madurez y el alcance de los datos de hielo marino y datos auxiliares basados en buques (parámetros met/oceánicos) en la investigación, los buques turísticos y los buques de oportunidad.  Mejorar la superposición y la comprensión de los requisitos operativos y de la comunidad climática para las observaciones de hielo marino.  Protocolos normalizados sobre el hielo marino, desde las observaciones operacionales hasta las de investigación sobre el hielo marino.  Se necesitan más observaciones de sensores basados en vehículos terrestres y submarinos, fondeados y aerotransportados para el desarrollo de algoritmos y la evaluación de productos, especialmente para el hielo marino estacional del Ártico y la Antártida en su conjunto. |
| Temperatura y salinidad en el dominio 3D. | **PNT mundial y de alta resolución:**   * El contenido de calor de los océanos, que se estima a partir de la temperatura del subsuelo oceánico, tiene efectos cruciales en el desarrollo de los ciclones tropicales. Por lo tanto, la asimilación de los datos de temperatura del subsuelo oceánico es efectiva cuando se utiliza un modelo atmósfera-océano acoplado para la predicción. Las observaciones in situ no son suficientes para atrapar remolinos de mesoescala con grandes anomalías en el contenido de calor, por lo que es mejor contar con apoyo adicional de los datos de topografía de la superficie del mar obtenidos por satélite.   **Predicciones subestacionales a más largas:**   * Los flotadores de perfil de argo proporcionan una cobertura casi global de los perfiles de temperatura y salinidad de ~2000 m, en su mayoría con resoluciones espaciales y verticales aceptables a buenas (cada ~5 m) (alrededor de 3 grados); sin embargo, no hay flotadores en las áreas cubiertas de hielo marino y en los mares marginales poco profundos. El número es relativamente pequeño cerca del ecuador debido a la divergencia ecuatorial, por lo que las boyas amarradas cerca del ecuador son un complemento importante. * La red de boyas de amarre tropical (TAO/TRITON, PIRATA, RAMA) tiene una resolución espacial mejor que marginal, pero el número de boyas de TRITON en el Pacífico tropical occidental se reduce drásticamente debido a la escasez en el presupuesto de mantenimiento de su agencia de gestión. Es preferible aumentar la resolución vertical de las observaciones de temperatura y salinidad cerca de la superficie para restringir las variaciones de la capa mixta oceánica. La red de boyas amarradas del Pacífico está actualmente en tránsito a un nuevo diseño propuesto por el proyecto TPOS2020, con una mayor resolución vertical en la capa mixta y un menor número de boyas en regiones fuera de la ecuatorial. La falta de financiación sostenida para la red de boyas de amarre tropical es motivo de preocupación. * No existe un sistema para observar la temperatura y la salinidad del subsuelo en las plataformas continentales que rodean las capas de hielo de Groenlandia y la Antártida, aunque se ha demostrado que las condiciones oceánicas desempeñan un papel importante en la pérdida de hielo en ambos lugares.   **Aplicaciones oceanográficas:**   * Las mediciones de temperatura del subsuelo de los termógrafos de batios expandibles (XBT) están coordinadas por el programa Ships-Of-Opportunity (SOOP). Los perfiles de temperatura y salinidad de los CTD y los perfiles de temperatura XBT también son proporcionados por los recipientes de investigación en muchas de las líneas de densidad objetivo, repetidas con frecuencia y de alta [resolución horizontal]. Sin embargo, el muestreo de aproximadamente la mitad de las líneas seleccionadas sigue siendo deficiente. La resolución temporal de esas observaciones es en general marginal, pero aceptable en algunas líneas específicas de los buques, para vigilar los cambios en el volumen oceánico y el transporte de calor en escalas de tiempo subestacionales a estacionales y la validación de las predicciones oceánicas en secciones verticales específicas. No es suficiente para otras aplicaciones oceánicas, especialmente para aplicaciones costeras. Los CTD y XBT proporcionan datos con buena resolución vertical (normalmente 1 m) en modo retardado, pero los datos en tiempo real están limitados por las limitaciones en los códigos de caracteres GTS tradicionales que se utilizan actualmente. * Un gran número de perfiles de temperatura y salinidad observados por los flotadores Argo también son útiles para aplicaciones oceánicas, pero su resolución temporal es marginal para los servicios marinos. * El número de observaciones de temperatura y salinidad oceánicas es insuficiente en los mares costeros, lo que limita las aplicaciones de validación de pronósticos modelo y asimilación de datos en las regiones costeras. * Diversas instituciones están desplegando planeadores subacuáticos para una amplia gama de aplicaciones. Los despliegues se realizan principalmente en las proximidades de las costas debido a limitaciones logísticas. Hay un esfuerzo en los Estados Unidos para desplegar planeadores para aplicaciones de huracanes durante la temporada de huracanes en el Atlántico. | Flotadores perfiladores de deriva libre (flotadores Argo), SOOP (XBTs), boyas amarradas (PIRATA, RAMA, TAO/TRITONTRITON), buques de investigación (XBTs, CTDs), planeadores submarinos, plataformas animales |  |  |
| Nivel del mar | **Aplicaciones oceanográficas:**   * Debido al aumento de la demanda de sistemas de previsión y alerta de tsunamis, mareas de tempestad e inundaciones costeras, y de calibración/validación del altímetro y los modelos de satélite, esta parte del espectro debe cubrirse a partir de ahora, y debe tenerse en cuenta al elegir un nuevo instrumento y en el diseño de estaciones de nivel del mar in situ. Además, se ha hecho hincapié en hacer que la mayor cantidad posible de indicadores de BRILLO proporcionen datos en tiempo real y/o casi real, es decir, típicamente dentro de una hora. Un problema actual de estos datos es que las mediciones del nivel del mar no se han integrado bien en los SMNM. * Para pronosticar mareas de tempestad y tsunamis se requiere un espaciamiento de 10 km, mientras que para la modelización climática el espaciamiento de 50 km alcanzará el umbral. Por lo tanto, esto requerirá una red más densa de la que está disponible en la actualidad. * Un muestreo del nivel del mar promediado a lo largo de un período lo suficientemente largo como para evitar el aliasing de las olas, a intervalos de típicamente 6 segundos o menos si el instrumento se va a utilizar también para tsunami, mareas de tempestad y previsión y alerta de inundaciones costeras. * La temporización del medidor debe ser compatible con la precisión de nivel, lo que significa una precisión de temporización mejor que un minuto (y en la práctica, a segundos o mejor con los medidores electrónicos) – precisión marginal. * Las mediciones deben realizarse en relación con un parámetro de referencia de mareógrafos local fijo y permanente (TGBM). Esta debe estar conectada a varias marcas auxiliares para evitar su movimiento o destrucción. Las conexiones entre el TGBM y el gálibo cero deben realizarse con una precisión de unos pocos milímetros a intervalos regulares (por ejemplo, anualmente) – precisión aceptable. * Los BRILLÓMETROS que se utilizarán para los estudios de las tendencias a largo plazo, la circulación oceánica y la calibración/validación de los altímetros por satélite deben estar equipados con receptores GPS (y ser vigilados, en la medida de lo posible, mediante otras técnicas geodésicas) situados lo más cerca posible del indicador. * Las lecturas de cada nivel del mar deben hacerse con una precisión objetivo de 10 mm – precisión aceptable. * Si es posible, los sitios de medición deben estar equipados para registrar las señales de tsunami y marejadas ciclónicas, lo que implica que el sitio debe estar equipado con un sensor de presión capaz de una frecuencia de muestreo de 15 segundos o 1 minuto, y posiblemente para registrar las condiciones de las ondas, lo que implica una frecuencia de muestreo de 1 segundo – mala precisión. * Los puntos de medición también deben estar equipados para la transmisión automática de datos a los centros de datos por satélite, Internet, etc., además de registrar los datos in situ. * Las cuencas propensas a tsunamis y mareas de tormenta (por ejemplo, la bahía de Bengala, el golfo de México y las islas del Pacífico) requieren una mayor densidad de observaciones del nivel del mar. Las mediciones del nivel del mar deben ir acompañadas de observaciones de la presión atmosférica y, si es posible, de los vientos y otros parámetros ambientales que guarden relación directa con el análisis de los datos del nivel del mar. * Para cubrir toda la mesoescala y el dominio costero es necesario aumentar el muestreo espacial fusionando (de manera óptima con la calibración cruzada) diferentes conjuntos de datos de altimetría. La misión SWOT de altímetro de gran altitud de la NASA ayudará a abordar este desafío, con el lanzamiento previsto alrededor de febrero de 2022. | Medidores de BRILLO, altímetros satelitales, altímetros de radar de banda ancha y altímetros en órbita de gran altitud, inclinada y de alta precisión |  | Véase "topografía oceánica" para las observaciones del nivel del mar utilizadas para estimar las distribuciones interiores de la temperatura y la salinidad oceánicas y las corrientes oceánicas. |
| Salinidad en la superficie | **Predicciones subestacionales a más largas:**   * Algunos buques de investigación toman series temporales de la salinidad de la superficie del mar (SSS) a lo largo de la vía de su buque mediante termosalinógrafos (TSG). Aunque la cobertura y la frecuencia son escasas, puede utilizarse para validar los yacimientos oceánicos inicializados y previstos. * Los valiosos datos también provienen de algunos de los amarres tropicales, en particular de las boyas TRITON, aunque la cobertura de los datos es bastante limitada. * La salinidad de la superficie también se mide mediante satélites como Aquarius, SMOS y SMAP con una buena cobertura, aceptable para una buena resolución espacial y temporal, pero con una precisión marginal. El tiempo medio es necesario para lograr la precisión aceptable. * La restricción de la salinidad en la asimilación de datos oceánicos sigue siendo un desafío, ya que hay una gran incertidumbre en el flujo de agua dulce (precipitación, evaporación y escorrentía de los ríos), lo que afecta la salinidad de la superficie y las propiedades de la capa mixta. * Las observaciones de los SSS pueden complementar la falta de pluviómetros en las zonas oceánicas. En ese sentido, es preferible añadir un sensor de salinidad a las boyas de deriva. Eso puede proporcionar información, con cobertura global, sobre la precipitación, junto con información de SST y SLP. * Las mediciones de la salinidad de los satélites también pueden limitar las estimaciones de la evaporación menos la precipitación y la posible escorrentía de los grandes ríos.   **Aplicaciones oceanográficas:**   * La cobertura es marginal o pobre en algunas áreas del océano global. Existe un requisito de SSS de alta calidad en mar abierto, idealmente con precisión < 0.1 SA en una escala espacial de 10 km y entrega rápida (disponibilidad en 1 hora). En las regiones costeras, se requiere una mayor densidad (precisión < 0,1 SA en una escala espacial de 1 km). * La instrumentación de teleobservación está pasando actualmente de experimental a operacional. Hay un requisito para restringir esta variable de estado en la superficie donde la variabilidad es mayor, y se sabe que los flujos de masa tienen grandes errores. * Las mejoras en la precisión de los satélites SSS (así como SST) en las regiones de aguas poco profundas ayudarán a mejorar el rendimiento de las predicciones oceánicas. | Acuario, SMOS y SMAP, TSG, boyas TRITON, teledetección, imágenes de baja frecuencia de MW | Boyas a la deriva  CIMR | La teleobservación por satélite de los SSS en las regiones polares adolece de una baja sensibilidad de la señal medida a los cambios de salinidad. Además, el hielo marino provoca estimaciones sesgadas. Es necesario mejorar la precisión de la recuperación de los SSS en las regiones polares, por ejemplo mediante algoritmos revisados, la fusión de diferentes observaciones (por satélite) y la obtención de un mayor número de observaciones in situ más maduras.  Mejorar el sistema de observación de la salinidad basado en el espacio para aumentar el muestreo y reducir la incertidumbre, especialmente en los océanos polares. |
| Cubierta de nieve, profundidad de la nieve y equivalente en agua de la nieve | **PNT mundial:**   * Muchos mensajes SYNOP omiten observaciones de profundidad de nieve cuando la nieve no está presente en el suelo y las grandes regiones y países muestran estaciones SYNOP extremadamente dispersas que informan la profundidad de la nieve * Poner los datos nacionales de nieve a disposición de la comunidad de NWP sería muy útil * Todavía existen lagunas en algunos de los países del hemisferio norte y en la mayor parte del hemisferio sur * Las imágenes de satélite de infrarrojos visibles y cercanos proporcionan información de buena resolución horizontal y temporal y precisión sobre la extensión de la capa de nieve (pero no sobre la masa de nieve) durante el día en zonas libres de nubes. Existe una brecha importante en el sistema de observación de la criosfera, ya que ninguno de los instrumentos actuales puede proporcionar una estimación fiable del equivalente en agua de la nieve desde el espacio * La capa de nieve sobre el hielo marino también presenta problemas de interpretación de los datos. Las futuras misiones de satélites con capacidad para medir el equivalente en agua de la nieve serían sumamente pertinentes para la evolución de la asimilación asociada, ya que beneficiarían sistemáticamente la asimilación de datos en la superficie y la atmósfera en los sistemas de PNT.   **PNT de alta resolución:**   * Las estaciones de superficie miden la cubierta de nieve con buena resolución temporal pero con una resolución y precisión horizontales marginales (principalmente debido a problemas de muestreo espacial) * Las imágenes de satélite de infrarrojos visibles / cercanos proporcionan información de buena resolución horizontal y temporal y precisión sobre la cubierta de nieve (pero no sobre su contenido de agua equivalente) durante el día en áreas libres de nubes * Las imágenes de microondas ofrecen el potencial de más información sobre el contenido de agua de nieve (a una resolución más baja pero aún así buena), pero la interpretación de los datos es difícil. * La cubierta de nieve sobre el hielo marino también presenta problemas de interpretación de datos, pero esto es menos crucial para el NWP de alta resolución que el NWP global debido a los muy pocos modelos que cubren tales áreas.   **Nowcasting y VSRF:**   * Los mismos requisitos que SoG NWP de alta resolución   **Predicciones subestacionales a más largas:**   * Las observaciones de profundidad de nieve y SWE son insuficientes (deficientes) con el fin de inicializar las predicciones subestacionales a estacionales. Aunque las estaciones SYNOP de superficie informan mediciones de la profundidad de nieve local con gran precisión, la cobertura de las estaciones SYNOP que informan la profundidad de nieve no es adecuada (pobre) (consulte también SoG para el NWP global). Las imágenes de microondas también tienen el potencial de mejorar la evaluación de la masa de nieve en el análisis de la tierra.   **Hidrología:**   * El acceso a los datos de SWE por parte de NHMS puede ser un desafío, ya que los SWE a menudo son medidos por agencias regionales responsables de la predicción hidrológica o la gestión del agua o por empresas de energía hidroeléctrica. Los datos de SWE también pueden consistir en levantamientos manuales de nieve que no están necesariamente disponibles en tiempo casi real. El SWE de estaciones automáticas también se ve afectado por un espacio limitado de forma representativa (al igual que la profundidad de la nieve, consulte SoG High Resolution NWP). * Las imágenes de satélite de infrarrojos visibles y cercanos proporcionan información de buena resolución horizontal y temporal y precisión sobre la capa de nieve y el albedo de superficie durante el día en zonas libres de nubes. Ninguno de los instrumentos actuales a bordo de los satélites puede proporcionar una estimación fiable de la SWE desde el espacio. Las recuperaciones de SWE actuales de los sensores de microondas están disponibles en baja resolución y no pueden proporcionar una estimación precisa de SWE en las cabeceras de las montañas. * Los observatorios aerotransportados que utilizan el escaneo Lidar y el espectrómetro de imágenes pueden proporcionar mediciones precisas de la profundidad de la nieve y el albedo. Esta información se puede combinar con la información del modelo para obtener la estimación de SWE y Snowmelt. Sin embargo, este método se limita a la captación de pequeñas cuencas de montaña. * Modificación del ciclo hidrológico y regímenes hidrológicos, e insumos para la gestión del agua, inundaciones y sequías a través de HydroSOS entre otros instrumentos. | Estaciones de superficie, imágenes de satélite infrarrojo, imágenes de microondas, AMSR y SSM /I pasivos de microondas, imágenes multiespectrales de alta resolución en el visible/infrarrojo, imágenes multiespectrales en el visible/infrarrojo con ciclos de repetición rápidos, imágenes en el visible/infrarrojo, realización de una banda diurna/nocturna, imágenes en el blanco y negro,  Dispersómetros, altímetros de radar de banda ancha y altímetros en órbita de gran altitud, inclinada y de alta precisión, imágenes de MW de baja frecuencia,  Misiones de reflectometría del GNSS (GNSS-R), MW pasivo; imágenes de búsqueda y salvamento y altímetros (láser y RADAR), Lidar (longitud de onda única): se pueden montar en vehículos aéreos no tripulados, altímetros de radar de banda ancha y altímetros en órbita de gran altitud, inclinada y de alta precisión  Misión VIS/NIR/SWIR/IR para la cobertura polar continua (Ártico y Antártida),  Misiones de gravimetría,  Instrumentos montados en hielo, observaciones in situ de hielo flotante, observaciones de boyas de hielo  El mapeo de Snowmelt se desarrolla basado en datos de imágenes SAR en varios días. Aplanamiento del terreno necesario para eliminar los efectos de sombra en las montañas (dependiente de los modelos de elevación digital) | Observaciones de buques  Combinación de cobertura de radares de nieve con nuevos modelos de elevación digital de alta precisión de superficies de glaciares (de plataformas Lidar aerotransportadas o satelitales)  Mapeo de profundidad de nieve SAR utilizando datos interferométricos de banda L de SAOCOM-1 A y datos combinados de banda L y S de NISAR (en desarrollo por NASA/ISRO)  Altimetría láser futura/altimetría de la franja interferométrica para el registro vertical de imágenes de glaciares, para las estimaciones del balance de masas  Misión de masa de nieve terrestre de banda Ku canadiense planificada (TSMM) para obtener una estimación de SWE de alta resolución | Mediciones de la atmósfera inferior y del área intransitable utilizando drones  Mayor uso de cámaras de vídeo para apoyar la previsión local.  Con la nueva generación de rompehielos, hay margen para un sistema normalizado (semi) automatizado en marcha para las observaciones de la cubierta de nieve sobre el hielo marino y sobre los témpanos de hielo.  La nieve de los bancos de hielo, la nieve sobre el hielo marino – todavía un vacío;  Progresos realizados en el tratamiento de la criosfera de alta montaña, combinando la obtención de imágenes ópticas y de radar,  altimetría y gravimetría; y DEM que difiere de los datos ópticos estereoscópicos.  La extensión de la nieve y la cartografía de los glaciares siguen dependiendo en gran medida de los conjuntos de datos ópticos de ~10 metros de res. a nivel mundial, decenales y de libre acceso de Landsat, ASTER y Sentinel-2, complementados por res. espaciales de alta (<10 m), imágenes ópticas de cobertura limitada (y datos estéreo) de SPOT, Pleiades, Cartosat-I, etc.  Coordinación interinstitucional o constelaciones de satélites necesarias para lograr una frecuencia de revisión que satisfaga las necesidades de los servicios operacionales de escorrentía de deshielo  Actualmente no es posible medir con precisión la precipitación sólida, la profundidad de la nieve o el SWE en las montañas. Falta de producto operativo que capture el SWE satisfactoriamente a escalas espaciales apropiadas |
| Humedad de suelo | **PNT mundial:**   * Algunas estaciones de superficie terrestre informan sobre la humedad del suelo de forma rutinaria (por ejemplo, la red de análisis del clima del suelo (SCAN) en EE. UU.), pero la cobertura es limitada y los datos requieren una recalibración regular   **PNT de alta resolución:**   * La precisión de la medición de los radiómetros de microondas, así como la resolución temporal, es generalmente buena, mientras que las resoluciones horizontales siguen siendo, en el mejor de los casos, marginales.   **Nowcasting y VSRF:**   * La precisión de medición de los dispersómetros (ASCAT), así como la resolución temporal son aceptables, mientras que las resoluciones horizontales siguen siendo, en el mejor de los casos, marginales.   **Predicciones subestacionales a más largas:**   * En la actualidad, sólo el BARRIDO proporciona una red de perfiles verticales en tiempo real de la humedad del suelo y la cobertura se limita a toda el área de los Estados Unidos. Sería muy útil contar con una red de mediciones similares que abarque el ámbito mundial. El producto de la humedad del suelo operativo actual de ASCAT tiene una resolución espacial aceptable pero una precisión marginal. Los generadores pasivos de imágenes de microondas de banda L, como SMOS y SMAP, tienen un gran potencial.   **Meteorología agrícola:**   * El monitoreo óptimo de la humedad del suelo requiere mediciones in situ a profundidades de 20, 50 y 100 cm cada 5–7 o 10 días, con una resolución horizontal mejor que 100 m.   **Hidrología:**   * La mayoría de los instrumentos de microondas activos y pasivos proporcionan cierta información sobre la humedad del suelo para regiones de cubierta vegetal limitada. Sin embargo, en muchas condiciones los datos de teledetección son inadecuados y la información sobre la profundidad de la humedad sigue siendo difícil de obtener. Desafortunadamente, ninguno de los instrumentos proporciona una combinación satisfactoria de resolución espacial y tiempo de ciclo repetido (2 a 3 días). Los datos de AMSR están cerca de proporcionar información sobre la humedad del suelo o la humedad de la tierra que puede ser marginalmente útil para los modelos de mesoescala, pero la oportunidad de estos datos sigue siendo un desafío. | Generadores pasivos de imágenes de microondas de banda L (por ejemplo, SMOS, SMAP)  Dispersómetros de microondas activos, ASCAT,  Imágenes de microondas, imágenes de baja frecuencia en microondas, sondeador en microondas e imágenes en órbitas inclinadas,  Reproductores de imágenes y altímetros mediante SAR,  Misiones de reflectometría del GNSS (GNSS-R); MW pasivo; SAR | Sensores de humedad del suelo de rayos cósmicos – escala de campo: essd-12-2289-2020.pdf (copernicus.org) |  |
| Temperatura del aire cerca de la superficie, generalmente a 2 m | **PNT mundial:**   * La cobertura es marginal o inexistente en grandes áreas de la Tierra. En tierra, las estaciones de superficie miden con resolución horizontal y temporal que es buena en algunas áreas y marginal en otras   **PNT de alta resolución:**   * La precisión de la medición es generalmente buena, aunque esto puede ser difícil de usar cuando el terreno de la superficie no es plano, debido a la sensibilidad de las mediciones a la variabilidad local que los modelos de NWP de alta resolución aún resuelven con mayor precisión que los modelos globales.   **Nowcasting y VSRF:**   * La cobertura es marginal o está ausente en grandes áreas de la Tierra * Los instrumentos de satélite no observan directamente estas variables cercanas a la superficie | Buques, boya, estación de superficie,  Imágenes multiespectrales en el visible/infrarrojo con ciclos de repetición rápidos, sondas hiperespectrales en el infrarrojo, imágenes en el visible/infrarrojo, realización de una banda diurna/nocturna, imágenes en el infrarrojo, sondas en el estratosférico superior y en el mesosférico en el trazado transversal en el infrarrojo,  Misión VIS/NIR/SWIR/IR para la cobertura polar continua (Ártico y Antártida) |  |  |
| Cerca de la superficie, generalmente a 2 m. | **PNT mundial:**   * La cobertura es marginal o inexistente en grandes áreas de la Tierra. En tierra, las estaciones de superficie miden con resolución horizontal y temporal que es buena en algunas áreas y marginal en otras   **Nowcasting y VSRF:**   * La cobertura es marginal o está ausente en grandes áreas de la Tierra * Los instrumentos de satélite no observan directamente estas variables cercanas a la superficie | Buques, boya, estación de superficie, sondas hiperespectrales IR, sondas UV/VIS/NIR, radio ocultación GNSS (constelación básica), constelación de sondas de alta frecuencia MW temporales, sondas de extremidades UV/VIS/NIR/IR/MW |  |  |
| Temperatura de la superficie del hielo terrestre | **PNT mundial:**   * La precisión se ve afectada por los problemas de detección de nubes y las incertidumbres de la emisividad de la superficie, y la interpretación es difícil debido a la naturaleza heterogénea de la superficie emisora para muchos tipos de superficie * El ciclo diurno de la temperatura de la superficie no suele estar bien muestreado, excepto para los sensores a bordo de satélites geoestacionarios (por ejemplo, SEVERI en MSG) que no pueden proporcionar cobertura global   **PNT de alta resolución:**   * Se aplican cuestiones similares a las del PNT mundial | Imágenes y sondas por satélite de infrarrojos y microondas |  |  |
| Temperatura de la superficie del hielo del lago | **PNT mundial:**   * La precisión se ve afectada por los problemas de detección de nubes y las incertidumbres de la emisividad de la superficie, y la interpretación es difícil debido a la naturaleza heterogénea de la superficie emisora para muchos tipos de superficie * El ciclo diurno de la temperatura de la superficie no suele estar bien muestreado, excepto para los sensores a bordo de satélites geoestacionarios (por ejemplo, SEVERI en MSG) que no pueden proporcionar cobertura global   **PNT de alta resolución:**   * Se aplican cuestiones similares a las del PNT mundial   **Nowcasting y VSRF:**   * Se aplican cuestiones similares a las del PNT mundial | Imágenes y sondas por satélite de infrarrojos y microondas |  |  |  |
| Tipo de vegetación, cubierta y NDVI | **PNT mundial:**   * la limitación para hacer un uso eficiente de los datos disponibles es que los modelos acoplados deben recalibrarse (interacciones superficie – capa límite) cuando el tipo de vegetación o las características (por ejemplo, LAI) evolucionan   **Hidrología:**   * en algunos casos, los productos de tipo NDVI y vegetación pueden no ser intercambiables debido a bandas espectrales ligeramente diferentes. | imágenes satelitales de canales infrarrojos visibles y cercanos, MODIS, imágenes multiespectrales VIS/IR con ciclos rápidos de repetición, imágenes VIS/IR, realización de una banda día/noche, imágenes de banda estrecha o hiperespectrales, misión VIS/NIR/SWIR/IR para cobertura polar continua (Ártico y Antártida), radar y lidar para mapeo de vegetación |  |  |  |
| Nubes  Cubierta de la nube, así como altura de la nube, base de la nube y temperatura de la cima de la nube.  Parámetros de nubes | **PNT mundial:**   * Las estaciones de superficie estiman la cobertura de nubes y la base de nubes con una resolución temporal y precisión que es aceptable, pero una resolución horizontal que es marginal en algunas áreas y que falta en la mayor parte de la Tierra. * En la actualidad el principal problema no son las propias observaciones de nubes, sino su asimilación, derivadas de problemas de representatividad y debilidades en los métodos de asimilación de datos y en la parametrización de los hidrometeoros de nubes y otros aspectos del ciclo hidrológico dentro de los modelos de NWP.   **PNT de alta resolución:**   * mediciones de satélite visible/infrarrojo dan una precisión marginal debido a las malas relaciones entre la temperatura de la cima de la nube y las nubes subyacentes y la física de la precipitación * Las mediciones de microondas se ven afectadas por la sensibilidad a la emisividad de la superficie terrestre y por propiedades ópticas similares del agua de las nubes y la lluvia ligera. Por lo tanto, y para los modelos NWP de alta resolución, los generadores de imágenes y sondas de microondas ofrecen información sobre nubes de precisión marginal, resolución horizontal y temporal.   **Nowcasting y VSRF:**   * faltan datos de satélites geoestacionarios para las altas latitudes en las que los satélites en órbita polar proporcionan observaciones valiosas con una frecuencia aceptable debido a la convergencia de las vías orbitales.   **Meteorología aeronáutica:**   * Actualmente no se observa directamente la información sobre el tamaño de las gotas en la nube para los pronósticos de glaseado. * Las observaciones de los satélites están en la parte superior de una capa de nubes, y solo cuando esta capa se puede ver desde el espacio. Solo los datos de radiosondas y aeronaves podrían proporcionar una resolución vertical aceptable de estos parámetros, pero los tiempos de ciclo y la resolución horizontal son marginales para los pobres. Los radares meteorológicos de doble polarización, particularmente si se operan en la banda X, también prometen una precisión aceptable para determinar la cantidad y distribución de las gotitas de SLW, pero si bien ahora son comunes en algunos países todavía son demasiado raros para tener un impacto global significativo. * La determinación automática de la cantidad de nubes/altura de la base de las nubes a partir de mediciones de un solo ceilómetro podría ser un desafío en lugares con topografía compleja (por ejemplo, valles, estaciones costeras y grandes ciudades con alta carga de aerosol). | Estaciones de superficie, generadores de imágenes y sondas infrarrojas, sondas ópticas activas (lidar) y de microondas (radar), instrumentos de satélites geoestacionarios, satélites en órbita polar, imágenes multiespectrales VIS/IR con ciclos rápidos de repetición, sondas hiperespectrales IR, sondas UV/VIS/NIR, imágenes VIS/IR, realización de una banda diurna/nocturna, imágenes de MW, generadores de imágenes de doble ángulo IR, radares en la nube, imágenes de submm, sondas de extremidades UV/VIS/NIR/IR/MW, misión VIS/NIR/SWIR/IR para la cobertura polar continua (Ártico y Antártida), espectrómetro NIR, sensores hiperespectrales MW | Radares de nubosidad basados en el espacio (Baggatalia y otros, 2020)  Radar de nubes FMCW basado en tierra | Radar de nubes terrestre. La técnica FMCW permite una alta sensibilidad con menos energía que el radar de pulso. Comercialmente disponible. (Delanoë 2016) |
| Precipitación  Tipo y cantidad (durante un periodo de tiempo determinado, generalmente 24 horas) | **PNT mundial:**   * La resolución horizontal es pobre en grandes partes del mundo, y cuando la cobertura es buena, los datos a menudo no están disponibles para el intercambio internacional. * Los radares terrestres miden la precipitación instantánea con una buena resolución horizontal y temporal y una precisión aceptable, pero solo en unas pocas áreas terrestres * Los generadores de imágenes de infrarrojos geoestacionarios ofrecen cierta información a una resolución temporal mucho mayor a través de la correlación de la precipitación superficial con las propiedades de la cima de la nube, pero la precisión es marginal debido a la naturaleza indirecta de esta relación.   **PNT de alta resolución:**   * radar meteorológico con una precisión que depende de su frecuencia y de la intensidad de la lluvia. * Los desordenamientos marinos dificultan la explotación de las observaciones realizadas mediante exploraciones en bajas elevaciones por encima del mar. * El bloqueo de vigas también suele ser un problema en las regiones montañosas y en las zonas más pobladas debido a los edificios.   **Nowcasting y VSRF:**   * La obtención rápida de imágenes (en el orden de los minutos) es fundamental para la transmisión de imágenes, pero todavía no es proporcionada por todos los satélites geoestacionarios * La detección de precipitaciones es marginal para los generadores de imágenes de microondas y, dependiendo de la longitud de onda del instrumento, de buena a mala para los dispersómetros   **Hidrología:**   * Se están haciendo observaciones terrestres, pero el acceso global a los datos sobre las aguas subterráneas (tasas de recarga y de extracción, en particular) es muy limitado. El IGRAC ha recopilado información a nivel mundial sobre los recursos de agua subterránea. Las técnicas de observación gravimétrica (por ejemplo, GRACE) para masas de agua subterránea muy grandes están disponibles pero aún no se han probado plenamente en circunstancias operativas. Se está estudiando la posibilidad de utilizar los datos del GOCE. * Con respecto a la estimación cuantitativa de la precipitación basada en satélites, se necesita un mecanismo para desarrollar productos de primera línea y productos de precipitación general para su uso cotidiano operacional en los Servicios Hidrológicos Nacionales a largo plazo. | Estación de superficie, radares terrestres, sondas e imágenes de microondas, sondas infrarrojas geoestacionarias, polarimetría de radar, imágenes multiespectrales en el VIS/IR con ciclos de repetición rápidos, sondas hiperespectrales en el IR, imágenes en el VIS/IR, realización de una banda diurna/nocturna, imágenes en el MW, sondas en el MW e imágenes en órbitas inclinadas, misión en el VIS/NIR/SWIR/IR para la cobertura polar continua (Ártico y Antártida), ocultación por radio GNSS; constelación adicional para la mejora de las sondeos atmosféricos/ionosféricos (incluida la polarimétrica), incluida la ocultación por radio LEO-LEO para frecuencias adicionales optimizadas para la sondeo atmosférico, radares de precipitación basados en satélites y radares en las nubes | Atenuación de la señal del teléfono móvil por la lluvia.  Los radares adaptativos de barrido electrónico de tecnologías emergentes (matrices escalonadas) adquirirán datos de manera no convencional, lo que requerirá una adaptación mediante el intercambio de datos y la infraestructura de procesamiento. | Esto requiere colaboraciones con proveedores de telefonía móvil, puede ser muy útil en países equipados con una red de radares meteorológicos muy recreativos. (Turko 2020)  expansión de los radares meteorológicos doppler y polarimétricos a los países en desarrollo, incluida la capacitación en procesamiento e interpretación, y el desarrollo de la capacidad para manejar las cantidades extremadamente grandes de datos.  la expansión de las redes no relacionadas con los SMHN, incluidas las redes de voluntarios y del sector privado, con la difusión/recopilación automatizada a los centros nacionales de archivos. |
| Ozono  Concentración, en el dominio 3D | **PNT mundial:**   * Sin embargo, para mantener distribuciones verticales realistas del ozono en los modelos de PNT, se necesita información sobre el ozono resuelto verticalmente. * Los resultados de las investigaciones sobre el ozono se esfuerzan por proporcionar información estadísticamente significativa debido al número limitado de perfiles disponibles, ya que algunos de estos datos no se distribuyen internacionalmente. | sondas infrarrojas de alta resolución e instrumentos de retrodispersión solar más precisos, sondas de extremidades (como MLS), sonda de barrido de extremidades de microondas (SMLS), sondas hiperespectrales de infrarrojos, sondas UV/VIS/NIR, constelación de sondas MW de alta frecuencia temporal, sondas de extremidades UV/VIS/NIR/IR/MW, sensores MW hiperespectrales, |  |  |
| Altura, dirección y periodo de las olas | **PNT mundial:**   * Las boyas y sensores montados en plataformas petrolíferas y la cobertura es marginal o inexistente en grandes áreas de la Tierra. * La cobertura horizontal y temporal de los altímetros de los satélites polares es limitada. Los instrumentos SAR proporcionan información sobre el espectro de ondas 2D con una precisión aceptable, pero con una resolución marginal horizontal y temporal.   **Nowcasting y VSRF:**   * Se aplican cuestiones similares a las del PNT mundial * Los instrumentos SAR proporcionan información sobre el espectro de ondas 2D con buena precisión, pero con una resolución marginal horizontal y temporal.   **Aplicaciones oceanográficas:**   * La cobertura geográfica de los datos sobre las ondas in situ sigue siendo muy limitada y la mayoría de las mediciones se realizan en el hemisferio norte (principalmente en las costas de América del Norte y Europa occidental). * Se han detectado diferencias en las mediciones de las olas en función de las plataformas, sensores, sistemas de proceso y amarres utilizados. En particular, se ha observado un sesgo sistemático del 10% entre las boyas estadounidenses y canadienses, las dos mayores redes de boyas amarradas. * Los altímetros de satélite proporcionan información sobre la altura significativa de las olas con cobertura global y buena precisión. Sin embargo, la cobertura horizontal/temporal es marginal. La misión SWOT de altímetro de gran altitud de la NASA ayudará a abordar este desafío, con el lanzamiento previsto alrededor de febrero de 2022. * Se requieren varios altímetros para proporcionar un muestreo cruzado adecuado. * Los instrumentos SAR proporcionan información sobre la densidad espectral de energía de ola de dirección de frecuencia bidimensional con buena precisión pero con una resolución marginal horizontal/temporal. Se requiere una resolución horizontal de 100 km para su uso en modelos regionales, con entrega rápida requerida (dentro de las 6 horas). Se espera que la capacidad real de radar de apertura esté disponible dentro de 5 años. | Boyas, sensores, altímetros en satélites polares, instrumentos SAR, boyas y buques in situ no espectrales y espectrales, altímetros de radar de banda ancha y altímetros en órbita de gran altitud, inclinada y de alta precisión |  |  |
| Concentración de aerosoles tridimensionales  Parámetros de los aerosoles | **PNT mundial:**   * Las imágenes de satélite visible e infrarrojo cercano operacionales tienen una precisión marginal | imágenes de satélite visibles y cercanas al infrarrojo, generadores de imágenes avanzados como MODIS, estaciones terrestres que utilizan fotómetros solares como la red robótica de aerosoles (AERONET), radiómetros, espectrómetros ópticos, generadores de imágenes geoestacionarias, lidar de viento Aeolus Doppler, imágenes multiespectrales VIS/IR con ciclos de repetición rápidos, sondas hiperespectrales IR, sondas UV/VIS/NIR, generadores de imágenes de banda estrecha o hiperespectrales,  SAR de polarización múltiple; VIS hiperespectral, espectrómetro NIR | Raman-lidar  Lidar HSRL  Lidar de longitud de onda múltiple  Lidar polarizado  Lidar (Doppler y retrodispersión de frecuencia doble y triple), ceilómetros | El uso de la tecnología de diodos láser ha reducido el coste y el coste de funcionamiento de todos los lidares. |
| w-comp de viento en el dominio 3D | **PNT mundial:**   * No existe actualmente ninguna capacidad actual o planificada   **PNT de alta resolución:**   * Se necesita un aumento drástico en las resoluciones espaciales de los modelos de NWP de alta resolución antes de que estos modelos puedan resolver las nubes y producir algún movimiento vertical que pueda compararse con (por ejemplo) Observaciones de velocidad vertical de radar Doppler. | Imágenes de infrarrojos geoestacionarios o sensores de microondas Doppler habilitados, radar Doppler Lidar (Doppler y retrodispersión de frecuencia doble y triple), Doppler Lidar | Radar de longitud de onda doble (Radenz 2018) |  |
| Visibilidad | **Nowcasting y VSRF:**   * no observados sobre el océano generalmente. Cerca de los aeropuertos, los modelos 1-D o 3-D de muy alta resolución pueden estimar la visibilidad y el pronóstico de la base de nube en la gama NWC y VSRF con una precisión útil. Estos modelos necesitan varias estaciones adicionales de observación de alta frecuencia. Por este motivo, sólo están disponibles en muy pocos aeropuertos. * generalmente buenos en los aeropuertos, pero marginales en otros lugares. * LIDAR proporciona buenos perfiles verticales, pero muy pocos instrumentos están operativos en todo el mundo.   **Meteorología aeronáutica:**   * determinación automática de la visibilidad predominante requeriría típicamente un conjunto de medidores de visibilidad instalados en lugares adecuados dentro / cerca del aeropuerto. Aunque la notificación de los Rangos Visuales de Trayectoria Inclinada (SVR) tendrá un impacto positivo en la seguridad y la eficiencia, hasta el momento no se recomienda ninguna tecnología operativa. Para las previsiones en ruta de los vuelos VFR, tanto la resolución horizontal como el tiempo de ciclo de las estaciones de observación existentes que comunican información meteorológica aeronáutica en código METAR son aceptables solo en zonas densamente pobladas y pobres en la mayor parte del mundo. Se recomienda utilizar observaciones adicionales de las estaciones meteorológicas sinópticas.   **Aplicaciones oceanográficas:**   * Este parámetro puede variar sustancialmente en distancias cortas. La exactitud es aceptable en las zonas costeras y marginal en mar abierto. La resolución horizontal / temporal es pobre en la mayor parte de los océanos del mundo. Típicamente, la visibilidad se deduce de los resultados de los modelos atmosféricos regionales (ver SoG regional de NWP). | Aviación, estaciones de observación de la superficie sinóptica, LIDAR |  |  |
| Detección de relámpago  (Ubicación del flujo magnético del rayo) | **Nowcasting y VSRF:**   * Mala eficiencia de detección de rayos intracloud. * En la mayoría de las tierras oceánicas escasamente habitadas y de latitudes elevadas, la cobertura es marginal a aceptable por las redes terrestres, al menos para la información total de rayos. En estas áreas, la eficiencia de detección y la precisión de la ubicación son a menudo deficientes para los relámpagos intracloud (IC), por lo que el TL consiste principalmente en rayos CG. | Detección de rayos en tierra (total o por separado de nube a tierra (CG) e IC) en tiempo real, instrumentos Lightning imager, Mapeadores de rayos |  |  |
| Irradiancia de onda corta descendente en la superficie terrestre | **Nowcasting y VSRF:**   * Por lo general, la resolución horizontal es marginal, pero cuando se combina con la información de cobertura de nubes satelitales, se puede lograr una calidad aceptable. | Radiómetros de banda ancha de calibración absoluta, y radiómetros de irradiancia solar total e irradiancia solar espectral |  |  |
| Esfuerzo del viento en el océano | **Predicciones subestacionales a más largas:**   * Las boyas fijas y a la deriva y los buques fuera del Pacífico tropical proporcionan observaciones con cobertura y frecuencia marginales; precisión aceptable para el mismo propósito. Aunque la cobertura y la frecuencia de los datos de los vientos de superficie oceánicos in situ no son suficientes (o deficientes) para los sistemas de asimilación de datos atmosféricos, la asimilación de esos datos tiene un impacto pronunciado en la velocidad del viento analizada y, por lo tanto, en los campos de tensión del viento, lo que contribuye a mejorar las condiciones iniciales oceánicas. Los datos de viento de superficie in situ también son necesarios para la calibración de los datos de estrés eólico de los satélites. * En general, los dispersómetros proporcionan una buena cobertura y una frecuencia y precisión aceptables, y los datos de los dispersómetros complementan las observaciones basadas en los océanos. Los vientos dispersores de alta calidad son los mejores productos disponibles en este momento y deben mantenerse en funcionamiento.   **Aplicaciones oceanográficas:**   * Se requieren observaciones de alta resolución para pronósticos modelo de vientos cerca de las capas superficiales para mejorar la precisión de los pronósticos del nivel total del agua en las regiones costeras y estuarinas, especialmente durante los fenómenos meteorológicos extremos. Los campos de viento de superficie de los sistemas actuales de asimilación de datos atmosféricos no tienen suficiente precisión para las aplicaciones costeras y es preferible mejorar la precisión mediante la asimilación de datos adicionales de los datos de viento de superficie. | Dispersómetros, boyas y buques fijos y a la deriva, imágenes en microondas, imágenes en microondas de baja frecuencia, sondeador en microondas e imágenes en órbitas inclinadas, misiones de reflectometría del GNSS (GNSS-R); microondas pasivas; SAR, vertical |  | Véase "viento de superficie" para fines distintos de forzar los modelos de circulación general oceánica |
| Topografía del océano | **Predicciones subestacionales a más largas:**   * Los datos de topografía oceánica de los satélites son útiles para vigilar el contenido de calor de los océanos y las corrientes oceánicas, y son esenciales para la inicialización de los océanos en predicciones subestacionales a predicciones más largas * Se necesitan compromisos a largo plazo para la observación de la altimetría por satélite * La provisión de cobertura global es un requisito importante para los modelos acoplados de mayor resolución (resolución oceánica de ~30 km), en los que hay una representación parcial de remolinos oceánicos. * Los datos de altimetría satelital requieren validación con mediciones del nivel del mar in situ o perfiles de temperatura y salinidad.   **Aplicaciones oceanográficas:**   * La topografía oceánica de la altimetría satelital es la observación más importante para limitar la dinámica de los sistemas de pronóstico oceánico. * La altimetría por satélite permite estimar las corrientes geostróficas (véase “Corrientes oceánicas tridimensionales”). La resolución actual permite resolver las características de mesoescala grande (>150 km). La cobertura actual no es suficiente para las zonas costeras. Una mayor resolución permitirá una mejor resolución de la mesoescala oceánica, así como de los procesos costeros. El altímetro de próxima generación (FODA) es prometedor para estos fines. * La información geoide de alta resolución es necesaria para estimar con precisión la topografía oceánica y los campos de corriente geostrófica. Los datos actuales sobre los geoides proporcionados por la misión de geoides por satélite son marginales para resolver los remolinos oceánicos de mesoescala y para el perfeccionamiento se utilizan los datos sobre las corrientes oceánicas observados por las boyas a la deriva y los perfiles hidrológicos. | Altímetros satelitales (nadir y radar de hilera), misión de gravedad por satélite, |  | Consulte también "ver nivel" para ver las observaciones del nivel del mar para monitorear el nivel del mar en sí. |
| Calor superficial, flujos radiativos y de agua dulce | **Predicciones subestacionales a más largas:**   * Los datos satelitales ofrecen perspectivas para varios de los componentes del calor y los flujos radiativos, en particular la radiación de onda corta, pero en la actualidad no se utiliza ninguno de forma rutinaria en la asimilación de predicciones subestacionales a estacionales, debido a algunas dificultades técnicas en su utilización en zonas de hielo marino. * Sigue habiendo importantes incertidumbres en las estimaciones de las precipitaciones en los océanos. Además, la información sobre la escorrentía de los ríos (grandes estuarios) cobrará importancia en algunas regiones de los océanos (por ejemplo, la bahía de Bengala). Los datos adicionales siempre serían útiles, por ejemplo, los datos para permitir una mejor estimación de los flujos de calor y P−E (precipitación menos evaporación) podrían ayudar a dar una mejor definición de la estructura de la capa mixta y la reproducción de la capa de barrera. * Varios de los componentes de los flujos de calor no pueden observarse por satélite. Además, las observaciones por satélite requieren calibración con observaciones in situ. Por lo tanto, se requieren estaciones meteorológicas marinas de alta calidad, que cubran todos los datos requeridos para las estimaciones del flujo aire-mar (es decir, temperatura y humedad del aire de la superficie del mar, presión del nivel del mar, velocidad del viento superficial, radiaciones de ondas largas y cortas y SST) para proporcionar datos del flujo aire-mar con suficiente precisión. La cobertura actual de estas estaciones es deficiente. El despliegue de estaciones meteorológicas en latitudes medias y altas mejorará aún más este desarrollo en toda la gama de condiciones que se dan en la interfaz aire-mar.   **Aplicaciones oceanográficas:**   * Los datos de flujo de agua dulce y calor superficial de alta resolución son necesarios para forzar los modelos oceánicos para las predicciones costeras. La información sobre la escorrentía de agua dulce de los ríos (grandes estuarios) tiene un efecto significativo en los sistemas de predicción costera, especialmente para las predicciones totales del nivel del agua en las regiones costeras y estuarinas durante los fenómenos meteorológicos extremos. |  |  |  |
| Corrientes oceánicas | **Predicciones subestacionales a más largas:**   * Las corrientes superficiales medidas por boyas a la deriva son aceptables en términos de precisión y resolución temporal, pero marginales en la cobertura espacial. * La observación de boyas amarradas tiene una buena precisión y frecuencia, pero una cobertura espacial de pobre a marginal. * La información sobre la corriente oceánica superficial es necesaria para estimar con precisión el campo de tensión del viento.   **Aplicaciones oceanográficas:**   * La orientación de los despliegues de boyas a la deriva a regiones de alta variabilidad, como las corrientes fronterizas y la turbulencia geostrófica aguas abajo, ayudaría a aumentar su impacto en los sistemas de predicción oceánica. Las boyas amarradas son buenas en resolución temporal y exactitud, pero marginales o pobres de otra manera. * El perfilador de corriente de efecto Doppler (ADCP) proporciona observaciones de las corrientes oceánicas en un rango de profundidades, con una precisión aceptable. La cobertura es marginal o pobre en la mayoría de las áreas del océano, con una resolución vertical marginal para las aplicaciones de servicios marinos, que requieren datos de alta resolución vertical en la capa mixta. * Se ha designado una misión satelital candidata del SEC-EE9 para la vigilancia multiescala de la cinemática de la superficie del mar (SKIM), y se proyecta proporcionar datos sobre las corrientes oceánicas superficiales. Se prevé que mejorará considerablemente la cobertura de los datos sobre corrientes de los océanos de superficie. * La red terrestre de radar de alta frecuencia (HF) puede proporcionar datos de corriente superficial de alta resolución. Sin embargo, la distancia de observación efectiva está limitada a las costas y la cobertura regional es muy limitada debido a las altas frecuencias de estos sistemas. | Boyas a la deriva, boyas fondeadas, ADCP, altimetría por satélite, radares de alta frecuencia | Sea-SKIM |  |
| Aguas profundas | **Predicciones subestacionales a más largas:**   * Aunque sigue siendo difícil evaluar los efectos de esas nuevas plataformas, las observaciones de los fondos marinos pueden ser beneficiosas para la predicción decenal y la proyección del clima, al menos a los efectos de validar las predicciones. Las mediciones de amarre profundo son útiles para el monitoreo relacionado con el clima.   **Aplicaciones oceanográficas:**   * OceanSITES está diseñado para recopilar, entregar y promover observaciones de alta frecuencia a largo plazo de la columna de agua de profundidad completa (incluidos los datos de aguas profundas) en ubicaciones fijas. * Las mediciones en aguas profundas permiten estimar la evolución de las propiedades de las aguas profundas, en relación con el cambio climático. Tales mediciones son actualmente muy escasas. | mediciones basadas en buques, programa Deep Argo, OceanSITES |  |  |
| Aerosoles y gases de efecto invernadero | **Predicciones subestacionales a más largas:**   * Los instrumentos satelitales, como las sondas infrarrojas de alta resolución y las retrodispersiones solares, proporcionan mediciones exactas del ozono total de la columna. Sin embargo, se necesita información sobre el ozono resuelta verticalmente. Las sondas de extremidades de microondas tienen el potencial de ofrecer una buena resolución vertical y precisión. | sondas infrarrojas de alta resolución, retrodispersiones solares, sondas de extremidades de microondas |  |  |
| Irradiación solar | **Predicciones subestacionales a más largas:**   * Aunque actualmente se dispone de datos para el período limitado (2004-presente), y sería difícil evaluar la exactitud, la observación continua de la irradiación espectral es necesaria para las predicciones estacionales a decenales. Algunos estudios sugirieron que se requiere un análisis de irradiancia UV (200–400 nm) con resolución de tiempo mensual para las predicciones estacionales a decadales. | Instrumentos Spectral Irradiance Monitor (SIM) e SOLar STellar Irradiance Comparison Experiment (SOLSTICIO) a bordo de la misión del satélite Solar Radiation and Climate Experiment (SORCE), radiómetros de banda ancha de calibración absoluta e radiómetros de irradiancia solar total e irradiancia solar espectral, |  |  |
| Datos de la atmósfera | **Predicciones subestacionales a más largas:**   * Similares a las de la aplicación NWP global. * Un requisito general para la predicción subestacional a estacional es la disponibilidad de conjuntos de datos observacionales históricos consistentes, así como el suministro continuo de datos observacionales precisos en el futuro. | Imágenes multiespectrales en el visible/infrarrojo con ciclos de repetición rápidos, sondas hiperespectrales en el infrarrojo, sondas en el visible/infrarrojo en el visible/infrarrojo, nadir y extremidades |  |  |
| Ondas gravitatorias | **Meteorología aeronáutica:**   * Sería beneficioso establecer objetivos de observación solicitando datos de ascenso/descenso a las aeronaves AMDAR/ADS-B /Mode-S, así como una resolución completa en los perfiles de radiosonda. Los tiempos de ciclo y la disponibilidad de radiosondas inmediatamente aguas arriba de las cadenas montañosas deben considerarse aceptables sólo en algunas zonas densamente pobladas y pobres en otros lugares. | imágenes satelitales de vapor de agua de satélites geoestacionarios, mediciones de radiocultación GNSS (como GPS) |  |  |
| Aerosol de cenizas volcánicas | **Meteorología aeronáutica:**   * Muchos volcanes se encuentran en zonas remotas y escasamente pobladas, donde la detección fiable de la erupción y la determinación de la naturaleza de la erupción sólo pueden basarse en métodos de teleobservación. * Los productos satelitales son más útiles cuando hay concentraciones significativas de ceniza volcánica, aunque para ciertas fases del evento actual también se han detectado fácilmente señales claras a larga distancia a favor del viento. * Es necesario seguir investigando las aplicaciones de los satélites para determinar evaluaciones cuantitativas más precisas de los niveles de concentración de los penachos de cenizas volcánicas. * Los productos satelitales pueden verse afectados por la presencia de nubes subyacentes, suprayacentes o envolventes, especialmente nubes de hielo. * Actualmente, las técnicas de "modelización inversa" por satélite para acotar mejor el término de fuente eruptiva sólo están disponibles en el modo de investigación posterior al evento. | Satélites, instrumentos de teleobservación de aerosoles, LIDAR, ceilómetros, ubicación del rayo, sondas de aerosol a bordo del UAV, Sondes de aerosol, imágenes multiespectrales del VIS/IR con ciclos rápidos de repetición, imágenes del VIS/IR, realización de una banda diurna/nocturna, radares de precipitación y radares de nubes, misión del VIS/NIR/SWIR/IR para una cobertura polar continua (Ártico y Antártida) |  |  |
| Aerosol de arena y polvo | **Meteorología aeronáutica:**   * Si bien la detección de esos fenómenos en un sentido cualitativo parece madurar en las imágenes satelitales visibles, la detección automatizada fuera de las horas diurnas sigue siendo un problema, y las observaciones de la superficie en zonas propensas a sufrir esos fenómenos son escasas. * La visibilidad, en particular la profundidad óptica de los aerosoles (EOA) y la velocidad/ráfaga del viento se están explorando como parámetros indicativos en ausencia de mediciones de la carga de aerosoles. Se espera que la ABO, en combinación con productos específicos derivados de imágenes satelitales, sea muy prometedora. | Imágenes multiespectrales en el visible/infrarrojo con ciclos de repetición rápidos, imágenes en el visible/infrarrojo, realización de una banda diurna/nocturna |  |  |
| Concentración de color de los océanos, clorofila, nitrato, silicato y fosfato | **Predicciones subestacionales a más largas:**   * Los componentes ópticos activos del océano (clorofila ‘a’, partículas en suspensión, materia orgánica disuelta en color) controlan la penetración de ondas cortas en el océano interior y, por lo tanto, pueden afectar el calentamiento y la estabilidad cercanos a la superficie, creando una retroalimentación biofísica a la atmósfera que puede afectar las predicciones del ciclo del agua, ENSO y otras señales climáticas. La resolución y la frecuencia son probablemente suficientes para las predicciones, pero el modelo y el desarrollo de la asimilación de datos son necesarios para usar los datos.   **Aplicaciones oceanográficas:**   * Las mediciones sobre el terreno son necesarias para complementar las observaciones de la concentración de clorofila oceánica obtenidas por satélite. Estas mediciones deben ir acompañadas de observaciones diarias en tiempo real de la temperatura del océano, el viento de superficie y los nutrientes (es decir, fosfato, nitrato, nitrito, amonio, silicato). * El oxígeno disuelto es un importante indicador de los procesos físicos (por ejemplo, ventilación) y biogeoquímicos (por ejemplo, fotosíntesis, respiración). Ahora se mide de forma rutinaria mediante sensores automáticos desplegados en plataformas eulerianas y lagrangianas con una calidad mejorada. El oxígeno puede ser asimilado en modelos para mejorar los pronósticos biogeoquímicos y los reanálisis. * En el caso de los océanos oligotróficos, la concentración de nitratos solo puede obtenerse mediante ensayos químicos en laboratorio. * Las mediciones por satélite proporcionan datos de clorofila de alta resolución. Hay un requisito para restringir esta variable de estado en la superficie donde la variabilidad es mayor. La exactitud en mar abierto es aceptable para la asimilación por modelos de ecosistemas oceánicos y para servicios marinos. Sin embargo, los datos de clorofila a lo largo de la región costera son deficientes y deben verse limitados por datos in situ de alta calidad (por ejemplo, datos de HPLC). * Los buques proporcionan datos sobre la concentración de clorofila, nitrato, silicato y fosfato de baja resolución espacial y temporal en muchas regiones. Estos productos son deficientes en cuanto a la puntualidad necesaria para las aplicaciones de los servicios marinos. * Las observaciones de los satélites de la banda L pueden utilizarse para estimar la salinidad oceánica cerca de la superficie y proporcionar información valiosa para la validación de los sistemas de predicción. | Imágenes de satélite (por ejemplo, SGLI, GOCI, VIIRS), espectrómetros de satélite (por ejemplo, MODIS, OLCI), boyas amarradas, analizadores automáticos de la calidad del agua en línea, |  |  |
| Temperatura del suelo | **Meteorología agrícola:**   * Todas las categorías de estaciones agrometeorológicas deberían incluir también mediciones de la temperatura del suelo. Los niveles a los que se observan las temperaturas del suelo deberían incluir las siguientes profundidades: 5, 10, 20, 50 y 100 cm. En los niveles más profundos (50 y 100 cm), donde los cambios de temperatura son lentos, las lecturas diarias son generalmente suficientes. Cuando se midan las temperaturas del suelo en un bosque, se indicará claramente el nivel de referencia para la medición de la profundidad: si se considera que la superficie superior de la camada, el humus o la capa de masa es de 0 cm; o si se toma como referencia cero la interfaz entre la camada y el suelo. Siempre que el suelo esté congelado o cubierto de nieve, es de especial interés conocer la temperatura del suelo bajo la nieve imperturbable, la profundidad de la nieve y la profundidad de las heladas en el suelo. | Estaciones en superficie |  |  |
| Vertido de aguas superficiales | **Hidrología:**   * La calidad de estas observaciones aún no se ha determinado plenamente y las observaciones in situ para la calibración son esenciales. Se dispone de varios métodos basados en satélites para cartografiar la extensión de las inundaciones en las llanuras aluviales o en los grandes sistemas fluviales, así como la duración de las inundaciones, incluidos sensores visuales, de infrarrojos y de radar. Sin embargo, en general, no se dispone diariamente de observaciones hidrológicas de naves espaciales en ningún lugar dado debido a la geometría de las órbitas de las naves espaciales. En la mayoría de los casos, es posible que solo sea posible obtener datos una vez cada dos o tres semanas en un lugar específico, lo que constituye una limitación grave. * La descarga de los ríos es un dato clave para producir servicios hidrológicos para la gestión del agua, incluidas las crecidas y las sequías, el análisis climático, la distribución transfronteriza del agua y la comprensión de todo el ciclo del agua. Las observaciones hidrológicas siguen siendo demasiado escasas en muchos países. Existen desafíos para la instalación del equipo y para el mantenimiento y operación de las estaciones hidrológicas. Esto se debe, por una parte, a la falta de financiación nacional sostenible y, por otra, a la falta de profesionales. * La información satelital emergente requiere observaciones in situ para su calibración y validación /verificación. Se dispone de varios métodos basados en satélites para cartografiar la extensión de las inundaciones en las llanuras aluviales o en los grandes sistemas fluviales, así como la duración de las inundaciones, incluidos sensores visuales, de infrarrojos y de radar. Sin embargo, en general, no se dispone diariamente de observaciones hidrológicas de naves espaciales en ningún lugar dado debido a la geometría de las órbitas de las naves espaciales. En la mayoría de los casos, es posible que solo sea posible obtener datos una vez cada dos o tres semanas en un lugar específico, lo que constituye una limitación grave. No existe una medición por satélite de las velocidades de superficie y de las descargas aplicadas operacionalmente. Esto podría lograrse mediante métodos de velocidad de la superficie (basados en imágenes, radares) o mediante la asimilación de la elevación de la superficie del agua y la pendiente en modelos hidrodinámicos. Ambos enfoques se encuentran todavía en la fase de prueba de concepto y se limitan a ríos grandes o muy grandes únicamente debido a los límites de resolución. | Los nuevos enfoques, incluidos los sensores de bajo costo, los vídeos, la ciencia ciudadana, los nuevos programas satelitales (por ejemplo, SWOT), la IoT y otros similares, pueden ponerse a prueba en el marco de varios proyectos de la OMM.  Sensores in situ, visuales, IR, de radar, de MW hiperespectrales, de velocidad Doppler acústica, estaciones de monitorización convencionales con frecuencias de muestreo subdiarias (métodos etapa-descarga y velocidad de índice)  In situ: etapa de monitoreo de estaciones hidrométricas (a veces pendiente y velocidad de índice), curvas de clasificación de etapa-descarga calibradas usando mediciones ocasionales de etapa-descarga (medidores) | velocimetría de imagen (IV)  Medición de descargas basada en drones en combinación con modelización hidrodinámica  Mediciones basadas en satélites: sensores visuales, IR, de radar, hiperespectrales de MW  Tecnologías de medición y monitoreo de descargas de bajo coste, de código abierto y fáciles de usar | IV es rentable tanto para las mediciones directas como para el monitoreo continuo y seguro en las operaciones, ya que no requiere despliegues de embarcaciones en las corrientes.  Las estaciones hidrométricas tradicionales proporcionan series de tiempo de descarga con una cobertura espacial limitada, pero una resolución temporal muy alta y un sesgo mínimo gracias a las mediciones de streamgauging. Se requiere continuidad a largo plazo de las series temporales de descarga, evitando brechas y sesgos/interrupciones. Las estimaciones basadas en satélites pueden proporcionar una cobertura espacial ampliada, pero necesitan observaciones del terreno para la calibración/validación, por lo que deben considerarse una extensión, no un reemplazo de las redes hidrométricas.  En muchos programas y redes, los equipos modernos (por ejemplo, perfiladores hidroacústicos, comunicaciones por satélite, etc.) pueden ser un problema para la operación continua debido a su complejidad, costo de mantenimiento y menor robustez. En tales casos, deberían considerarse técnicas más básicas, incluidas soluciones de bajo coste, mecánicas y basadas en el operador. |
| Almacenamiento de agua superficial | **Hidrología:**   * Hay un problema muy similar de almacenamiento de agua en los cauces de los ríos, las planicies de inundación y los grandes estuarios, que es más difícil de medir continuamente. * En general, aún no se dispone de observaciones de humedales, grandes llanuras aluviales y estuarios. Esto puede cambiar con la mejora de los datos digitales de elevación. * Todavía existen muchas incertidumbres observacionales con respecto a la retención de caudal en presas, embalses, lagos y humedales; la pérdida por evaporación de agua de las superficies de almacenamiento; y la filtración a los depósitos de agua subterránea. | Observaciones terrestres y altimétricas, sensores de MW hiperespectrales |  |  |
| Almacenamiento de agua subterránea | **Hidrología:**   * Se están haciendo observaciones terrestres, pero el acceso global a los datos sobre las aguas subterráneas (tasas de recarga y de extracción, en particular) es muy limitado. El IGRAC ha recopilado información a nivel mundial sobre los recursos de agua subterránea. Las técnicas de observación gravimétrica (por ejemplo, GRACE) para masas de agua subterránea muy grandes están disponibles pero aún no se han probado plenamente en circunstancias operativas. Se está estudiando la posibilidad de utilizar los datos del GOCE. | IGRAC, GRACE, GOCE, misiones de gravimetría |  |  |
| Evaporación y evapotranspiración | **Hidrología:**   * Las observaciones directas son escasas, y la mayoría de los valores de evaporación son, de hecho, estimaciones derivadas. La evaporación en el contexto de los SOG se refiere a mediciones "directas" de la evaporación real. Debido a los métodos de observación, incluso las mediciones directas son estimaciones. Las mediciones terrestres a escala mundial están disminuyendo en términos de cobertura espacial en un momento en que las observaciones in situ tradicionales, como las cacerolas de evaporación y los lisímetros, se interrumpen en gran medida. * El acceso a la evapotranspiración derivada de areal está aumentando, sin embargo, la disponibilidad de datos de verificación en tierra ha disminuido significativamente con el tiempo. En términos de resolución espacial, las fuentes de datos actuales no siempre son adecuadas para los análisis de cuencas pequeñas, especialmente, por ejemplo, en términos de derivación de pérdidas de evaporación de almacenamientos importantes. | cubetas de evaporación y lisímetros, torres de flujo, correlación de Foucault y técnicas de relación de Bowen, |  |  |
| Permafrost (por ejemplo, espesor de la capa activa, temperatura del suelo, velocidad de fluencia del glaciar de roca) | **Monitoreo del clima: Control de la criosfera.**   * Supervisión más sistemática del permafrost como asociación entre organismos de investigación y operacionales, a nivel nacional y regional, normalización e intercambio internacional de datos * Se requiere la sostenibilidad a largo plazo de las estaciones de investigación, para facilitar la disponibilidad de registros climatológicos. * Brecha – Adquisiciones InSAR consistentes en modos de alta resolución para el cambio de terreno   **Hidrología:** | Observaciones satelitales: Imágenes multiespectrales de alta resolución del VIS/IR; imágenes del SAR y altímetros (láser) y RADAR); misiones de reflectrometría del GNSS (GNSS-R), MW pasivo, SAR  Observaciones basadas en la superficie (aumento del número de estaciones, a largo plazo, intercambio de datos) |  | Capacidad actual de formación de imágenes inadecuada para vigilar los glaciares de roca en el permafrost de montaña  Es extremadamente difícil obtener imágenes costeras ópticas contiguas, estacionales y sin nubes (de permafrost costero) para permitir el mosaico del retroceso de la costa  Datos de alta resolución estacional necesarios para la comprensión del proceso para: Caídas de deshielo; Glaciares de roca; Cuñas de hielo (pequeños estanques)  No hay una herramienta adecuada para monitorear glaciares de roca en permafrost – se prevé una prueba futura de InSAR de banda L (JAXA PALSAR-2 no disponible)  Desafío para obtener series cronológicas continuas y multisaturadas en todos los puntos fríos  Imágenes hiperespectrales (fenología) de beneficio potencial, por ejemplo, PRISMA |
| Glaciares (por ejemplo, balance de masa, altitud de la línea de equilibrio, vertido y espesor) | **Monitoreo del clima: Control de la criosfera.**   * Se establecerá una vigilancia más sistemática de los glaciares como asociación entre organismos de investigación y operacionales, a nivel nacional y regional, y los datos se normalizarán e intercambiarán a nivel internacional   **Hidrología:** | Observaciones satelitales: Altímetros de radar de banda ancha y altímetros en órbita de gran altitud, inclinada y de alta precisión; SAR de multipolarización, VIS hiperespectral; misiones de gravimetría  Observaciones efectuadas desde aeronaves: Uso de lidar  Observaciones y estudios de superficie | Drones  Radar de penetración terrestre (GPR)  sondeo radio-eco (RES) – volumen del glaciar | Se requiere la sostenibilidad a largo plazo de las estaciones de investigación, para facilitar la disponibilidad de registros climatológicos.  La extensión de la nieve y la cartografía de los glaciares siguen dependiendo en gran medida de los conjuntos de datos ópticos de ~10 metros de res. a nivel mundial, decenales y de libre acceso de Landsat, ASTER y Sentinel-2, complementados por res. espaciales de alta (<10 m), imágenes ópticas de cobertura limitada (y datos estéreo) de SPOT, Pleiades, Cartosat-I, etc. |
| Mantos de hielo | **Monitoreo del clima: Control de la criosfera.**   * Se busca sucesor operativo de CryoSat-2 como parte de la evolución en Copérnico (misión de topografía de hielo y nieve cristalina) para la elevación de la superficie del hielo a > 82° Lat * Cálculo consolidado del flujo de crianza/iceberg de la plataforma de hielo * Necesidad de realizar un seguimiento continuo de la migración de la línea de puesta a tierra * La fuente residual más importante de incertidumbre en el aumento del nivel del mar es la península antártica   **Aplicaciones oceánicas:** | Radiocultación GNSS (constelación básica),  Imágenes SAR y altímetros (láser) y RADAR)  Misiones de reflectrometría del GNSS (GNSS-R), MW pasivo, SAR  Observaciones de la criosfera – basadas en la superficie |  | Necesidad de una cobertura de InSAR orientada a la izquierda en la Antártida central, que la NASA/ISRO NISAR (SAR de banda L) planea satisfacer en el futuro  Brecha en la continuidad de las series temporales del balance de masa de la capa de hielo gravimétrica – ahora continuado por GRACE-FO  Necesidad de actualización periódica de los DEM de la capa de hielo en regiones dinámicas (intervalo por determinar) |
| Bergs de hielo (por ejemplo, posición, tamaño, concentración, calado) | **Nowcasting y VSRF:**  **Predicción oceánica:**   * Un mayor tránsito en las regiones polares, incluidos los buques turísticos, los buques autónomos AWS permitirán la observación oportuna del hielo (por ejemplo, las regiones polares, el Océano Antártico). | Observaciones cercanas a la superficie sobre los océanos: observaciones de buques  Altimetría por satélite (CryoSat2), imágenes (MODIS) | Imágenes ENVISAT ASAR  Trazo ancho extra ancho (EWS) SAR; Trazo ancho interferométrico (IWS) | Los datos de alta resolución y alta precisión de los buques de investigación se distribuirán en tiempo real.  Mediciones más sistemáticas de radiómetros infrarrojos desde buques para la validación de satélites. |
| Hielo lacustre y fluvial | **PNT de alta resolución:**  **Hidrología:** | Observaciones hidrológicas y de la criosfera  Observaciones voluntarias de las fechas de congelación/descongelación de hielo de lagos/ríos – |  | Medición automatizada de la caída de nieve/profundidad de la nieve.  expansión de mediciones automatizadas de humedad/temperatura del suelo  Observaciones voluntarias de fechas de congelación/descongelación de lagos/ríos – difundidas internacionalmente y archivadas. |
| Utilización del agua | **Hidrología:**   * En la actualidad sólo se dispone de información limitada sobre esta variable, que también es muy heterogénea en cuanto a calidad y disponibilidad (administrativa, espacial y temporal). Si bien la información sectorial (en su mayoría estimaciones) está disponible a nivel de los gobiernos nacionales y locales, no se dispone de información consolidada mundial sobre el uso del agua tanto con fines de consumo como con fines no de consumo, y la mayor parte de la información existente se extrapola o se obtiene de relativamente pocas fuentes de datos accesibles. * Los países deberían poner a disposición internacional la información sobre el uso del agua. | AQUASTAT |  |  |  |
| Mediciones del flujo electromagnético: Flujo solar EUV, flujo de rayos X, emisiones de radio | **Clima espacial:**   * Para vigilar la variabilidad solar a largo plazo y para introducir datos en modelos numéricos del entorno y la atmósfera espaciales, se utilizan mediciones del flujo a una frecuencia de 2800 MHz (10,7 cm). Estos son actualmente sólo proporcionados por el Radiotelescopio Penticton. Debe garantizarse la continuidad y coherencia a largo plazo de estas series de datos. * Tales mediciones obtenidas por la infraestructura terrestre requieren las contribuciones de los observatorios de todo el mundo para lograr una cobertura de 24 horas. Existen redes que recopilan tales datos de todo el mundo, pero actualmente no aseguran la disponibilidad pública de los datos que cumplen con los criterios anteriores. La Red de Telescopio Radio Solar (RSTN) operada por la Fuerza Aérea de los Estados Unidos cubre el mundo en tiempo real, pero no todos los espectros en tiempo real están disponibles públicamente. Los datos de la red eCallisto están disponibles públicamente, pero pocas de las estaciones contribuyen en tiempo real. * El suministro de flujo solar EUV, flujo de rayos X y datos de emisión de radio debe evaluarse como marginal a aceptable. * Los principales sistemas terrestres diseñados para la ciencia deberían desarrollar un modo en tiempo real para las aplicaciones de la meteorología espacial y coordinarse a nivel mundial para asegurar la continuidad de las observaciones y una buena intercalibración. | Satélites NOAA/GOES, Observatorio Dinámico Solar (SDO), PROBA2/LYRA, Radiotelescopio Penticton, RSTN, eCallisto, espectrógrafo de rayos X en ÓRBITA GEOESTACIONARIA |  |  |  |
| Imágenes solares: Rayos X, EUV, H-Alfa, Calcio-K, Luz blanca, Campo magnético | **Clima espacial:**   * Muchas de las observaciones solares en tierra cuentan con apoyo semioperativo, con cierto grado de continuidad a largo plazo, aunque carecen de servicios en tiempo real, mientras que las observaciones en el espacio, como el SOlar y el Observatorio Heliosférico (SOHO) (que se utilizan más ampliamente en los servicios de meteorología del espacio), el SDO y el ESTÉREO PROBA-2, son misiones de investigación. Al tratarse de misiones de investigación, en general no están diseñadas para cumplir los requisitos de puntualidad operacional y, lo que es más importante, no está claro si se reemplazarán sus capacidades y de qué manera. * Suministro de imágenes solares: Los datos de rayos X, EUV, H-alfa, calcio-K, luz blanca y campo magnético deben estimarse como marginales. * Los principales sistemas terrestres diseñados para la ciencia deberían desarrollar un modo en tiempo real para las aplicaciones de la meteorología espacial y coordinarse a nivel mundial para asegurar la continuidad de las observaciones y una buena intercalibración. | GONG, PRONTO, SOHO, el SDO, el Observatorio de Relaciones Terrestres Solares (ESTÉREO), PRoject for On-Board Autonomy-2 (PROBA-2), y otros,, espectrógrafo de rayos X en GEO |  |  |  |
| Imágenes del coronógrafo solar | **Clima espacial:**   * El suministro de imágenes de la Corona Solar debe estimarse como deficiente. * Una preocupación particular en esa esfera es asegurar la continuidad de los datos de los coronrafos para la estimación de los parámetros de iniciación de la CME, que tienen un profundo impacto en la capacidad de previsión de la meteorología espacial. * Los principales sistemas terrestres diseñados para la ciencia deberían desarrollar un modo en tiempo real para las aplicaciones de la meteorología espacial y coordinarse a nivel mundial para asegurar la continuidad de las observaciones y una buena intercalibración. | Gran ángulo y COronógrafo Espectrométrico (LASCO) a bordo del Orbitador Heliosférico SOlar, instrumento de Investigación Coronal y Heliosférica de Conexión Sol-Tierra (SECCHI) a bordo del EQUIPO DE MÚSICA, coronógrafo solar y radioespectrógrafo en L1 |  |  |  |
| Velocidad, densidad y temperatura del viento solar a granel | **Clima espacial:**   * Desafortunadamente, debido a las diferencias en la instrumentación, los parámetros de viento solar a granel proporcionados por estos dos satélites a veces muestran grandes diferencias. Los parámetros de viento solar a granel (excepto el FMI) también están disponibles (no en tiempo real) en el SOHO (ubicado en el punto L1) y en las misiones de investigación EÓLICA. La situación actual con el suministro de datos sobre los parámetros del volumen de energía solar eólica y el FMI puede estimarse como marginal. | ACE (Advanced Composition Explorer), DSCOVR (Deep Space Climate Observatory, NOAA), Viento solar, plasma in situ, partículas energéticas y campo magnético en L1 |  |  |  |
| Flujos de partículas energéticas solares | **Clima espacial:**   * Desafortunadamente, DSCOVR, no tiene instrumentos de partículas energéticas. * Las mediciones de electrones de alta energía en L1 no están actualmente disponibles de forma rutinaria. * Por lo tanto, la disponibilidad actual de datos sobre partículas energéticas solares procedentes de mediciones en el viento solar debería definirse como deficiente. | AS, SOHO (NASA/esa) y VIENTO (NASA), posición Off-L1 las partículas energéticas se miden por uno de los satélites ESTÉREO, viento solar, plasma in situ, partículas energéticas y campo magnético en L1 |  |  |  |
| Imágenes heliosféricas | **Clima espacial:**   * Uno de los satélites ha dejado recientemente de suministrar observaciones. Debería estimarse que el suministro de datos es deficiente. | ESTÉREO, coronógrafo solar e imágenes heliosféricas tanto en la línea Tierra-Sol como fuera de ella (por ejemplo, en L5) |  |  |  |
| Flujo direccional diferencial de electrones (GEO, meo, LEO) | **Clima espacial:**   * La cobertura de los electrones de baja energía (<100 keV) es escasa, al igual que la disponibilidad de datos. Se requiere aumentar el número de ubicaciones en GEO y LEO donde se miden estos electrones y hacer que los datos estén disponibles en tiempo real. También se necesita una mayor disponibilidad de mediciones de electrones de alta energía tanto en GEO como en LEO, así como una mayor disponibilidad de electrones de alta energía en LEO. Las mediciones adicionales de electrones en órbitas HEO mejorarían la capacidad de especificar los niveles de flujo de electrones en toda la magnetosfera. Marginal. |  |  |  |  |
| Flujo de neutrones de rayos cósmicos (basado en la superficie) | **Clima espacial:**   * solo un número limitado de sitios proporcionan datos de alta calidad en tiempo real. La mejora de la calidad de los datos en tiempo real y su incorporación en los modelos mundiales podrían contribuir a mejorar las estimaciones de los niveles de radiación en las aeronaves. Marginal. | Monitores de neutrones terrestres y detectores de muones, |  |  |  |
| Velocidad de dosis de radiación (basada en aeronaves) | **Clima espacial:**   * Las mediciones de la tasa de dosis de radiación no están disponibles de forma rutinaria en las aeronaves. Debería establecerse una base de referencia para estas mediciones, que podría utilizarse para desarrollar las capacidades iniciales de servicio (incluida la verificación de los modelos) y, posteriormente, para perfeccionar los requisitos de medición. Pobrecita. |  |  |  |  |
| Contenido total de electrones (TEC) | **Clima espacial:**   * La situación es peor con la disponibilidad de datos por encima de los océanos, para lo cual las observaciones de los GNSS basadas en el espacio son una forma viable de colmar las lagunas. El Servicio Internacional de GNSS (IGS) proporciona datos de GNSS en tierra de una red de sitios de distribución mundial, incluidos el GPS y el GLONASS, y en el futuro podría ampliarse para incorporar BeiDou (anteriormente denominado COMPASS), GALILEO y otros GNSS. En general, el suministro de datos para los receptores de GNSS terrestres es aceptable en algunas regiones (por ejemplo, en los Estados Unidos, el Japón y Europa), pero es deficiente a nivel mundial (problemas, en particular, en cuanto a la puntualidad). * La resolución horizontal y la cobertura de las observaciones GNSS-RO se mejorarán con el lanzamiento de la constelación COSMIC-II GNSS-RO (2017–2020), con una latencia estimada de unos 45 min. Esto está dentro del umbral, pero sigue siendo pobre en comparación con el objetivo. Por lo tanto, la estimación de las observaciones proporcionadas por GNSS-RO es deficiente (problemas particularmente en la puntualidad). | Radiocultación del GNSS (constelación básica), radiocultación del GNSS; constelación adicional para una mayor sondeo atmosférico/ionosférico (incluida la polarimétrica), incluida la radiocultación del LEO-LEO para frecuencias adicionales optimizadas para la sondeo atmosférico, |  |  |  |
| Aclaración (S4 y S4) | **Clima espacial:**   * Para las mediciones de centelleo, es necesario aumentar el número de receptores de centelleo GNSS basados en tierra, en particular en las regiones polares y ecuatoriales donde ocurren con mayor frecuencia los fenómenos, a fin de lograr una cobertura más homogénea y satisfacer las necesidades. Deberían buscarse soluciones innovadoras para abarcar las regiones oceánicas a fin de apoyar las actividades en alta mar. Hasta ahora, la provisión de datos debería definirse como Pobre. |  |  |  |  |
| foEs | **Clima espacial:**   * El suministro de datos para el seguimiento de las características mencionadas de las regiones F y E de la ionosfera puede considerarse aceptable en algunas regiones (por ejemplo, en Europa Central) pero pobre a nivel mundial (problemas en la puntualidad). |  |  |  |  |
| Absorción de la región D | **Clima espacial:**   * En general, la disponibilidad de observaciones de absorción de la región D es pobre. La disponibilidad adicional y la puntualidad de los datos, en particular del riómetro científico, mejorarían la especificación ionosférica en condiciones extremas. |  |  |  |  |
| Temperatura (espacio) | **Clima espacial:**   * Evaluación de deficiencias: Temperatura de la Termosfera Inferior: Marginal – Los datos de OSIRIS están disponibles, pero no cubren todo el rango vertical y tienen poca puntualidad. * Evaluación de deficiencias: Temperatura de la Termosfera Superior: Pobre: solo hay algunas escasas observaciones de FPI disponibles. Mala puntualidad. | Instrumento satelital OSIRIS, FPI |  |  |  |
| Densidad atmosférica | **Clima espacial:**   * Evaluación de deficiencias: Densidad de la termosfera inferior – Menos de Marginal / Marginal – SSUSI y SSULI pueden cumplir con los requisitos, pero no hay información disponible sobre la precisión, el ciclo de observación y la puntualidad. * Evaluación de deficiencias: Densidad de la termosfera superior – Marginal – El enjambre cumple con la mayoría de los requisitos, aparte de la puntualidad y la resolución vertical. Esto último podría abordarse mediante la introducción de nuevas misiones como DANDE y el seguimiento de GRACE SSUSI y SSULI pueden cumplir con los requisitos, pero no hay información disponible sobre la precisión, el ciclo de observación y la puntualidad. |  |  |  |  |
| Viento horizontal | **Clima espacial:**   * Evaluación de deficiencias: Viento de baja termosfera – Mala – Sin observaciones de corriente. A la espera de la misión de ICONOS en 2017. * Evaluación de deficiencias: Viento de la termosfera superior – Pobre – Solo algunas escasas observaciones de FPI. Mala puntualidad. Los vientos del acelerómetro tienen errores demasiado grandes para ser útiles. |  |  |  |  |
| Observaciones terrestres del campo geomagnético | **Clima espacial:**   * El requisito de distribución espacial (100 km) en varias zonas no se cumple debido a la falta de uniformidad actual en las ubicaciones de las observaciones geomagnéticas de la INTERMAGNET en todo el mundo. Son los más densos de Europa y los menos densos de África, América del Sur y la parte asiática de Rusia. Otras redes de colaboración de los magnetómetros de tierra no cumplen los requisitos sobre más parámetros que INTERMAGNET. * Los datos de INTERMAGNET satisfacen los requisitos del objetivo de observar el ciclo (1 segundo) y la incertidumbre (0.1 nT). Al mismo tiempo, la transmisión de datos de INTERMAGNET se realiza dentro de las 72 horas posteriores a la adquisición, por lo que no se cumple el umbral de tiempo de 60 minutos. * En general, la disponibilidad de datos, la tasa de muestreo y la calidad de los datos geomagnéticos terrestres deberían considerarse marginales (en algunos lugares), mientras que la puntualidad sigue siendo escasa. |  |  |  |  |
| Observaciones espaciales (LEO, GEO) del campo geomagnético | **Clima espacial:**   * los requisitos para las observaciones del campo geomagnético en las órbitas GEO y LEO pueden considerarse cumplidos a nivel marginal con el objetivo de resolución horizontal en GEO y LEO no se cumplen, así como la puntualidad para LEO. Pero, como se ha señalado, estas ubicaciones no representan el estado general de la magnetosfera dinámica, especialmente en las latitudes altas de la magnetosfera, (que en el futuro podría ser llenado por la misión HEO de alta inclinación). Por lo tanto, la cobertura espacial general y la resolución temporal de los datos del campo magnético magnetosférico a escala mundial deben mejorarse y en su estado actual deben clasificarse como deficientes. |  |  |  |  |

**Referencias:**

Aberle, J., Rennie, C., Admiraal, D. y Muste, M. (2017). Hidráulica experimental: Instrumentation and Measurement Techniques, CRC Press, Taylor & Francis Group, Londres, Reino Unido, ISBN: 978-1-138-03815-8; 410 p.

Battaglia A, Pavlos Kollias Ranvir Dhillon Richard Roy Simone Tanelli Katia Lamer Mircea Grecu Matthew Lebsock Daniel Watters Kamil Mroz Gerald Heymsfield Lihua Li Kinji Furukawa: Nube espacial y radares de precipitación: Status, Challenges, and Ways Forward’, 2020, Review of Geophysics. https://doi.org/10.1029/2019RG000686

Barlow, J. F., Dunbar, T. M., Nemitz, E. G., Wood, C. R., Gallagher, M. W., Davies, F., O'Connor, E., y Harrison, R. M.: Dinámica de la capa límite sobre Londres, Reino Unido, como se observó usando Doppler lidar durante REPARTEE-II, Atmos. Química. Phys., 11, 2111–2125, https://doi.org/10.5194/acp-11-2111-2011, 2011.

Brenot, H., Neméghaire, J., Delobbe, L., Clerbaux, N., De Meutter, P., Deckmyn, A., Delcloo, A., Frappez, L., Van Roozendael, M. (2013) Preliminary signs of the initiation of deep convection by GNSS, Atmos. Química. Phys., 13, 5425-5449, https://doi.org/10.5194/acp-13-5425-2013

Delanoë, J., Protat, A., Vinson, J., Brett, W., Caudoux, C., Bertrand, F., Parent du Chatelet, J., Hallali, R., Barthes, L., Haeffelin, M. y Dupont, J. (2016). BASTA: A 95-GHz FMCW Doppler Radar for Cloud and Fog Studies, *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, *33*(5), 1023-1038. de https://journals.ametsoc.org/view/journals/atot/33/5/jtech-d-15-0104\_1.xml

Kawabata T. y Yoshinori Shoji (30 de mayo de 2018). Aplicaciones de los datos de retraso de trayectoria inclinada de GNSS sobre meteorología en escalas de tormenta, operación multifuncional y aplicación de GPS, Rustam B. Rustamov y Arif M. Hashimov, IntechOpen, DOI: 10.5772/intechopen.75101. Disponible en: https://www.intechopen.com/books/multifunctional-operation-and-application-of-gps/applications-of-gnss-slant-path-delay-data-on-meteorology-at-storm-scales

Küchler, N., S. Kneifel, U. Löhnert, P. Kollias, H. Czekala, T. Rose, 2017: Un sistema de radar-radiómetro de banda W para un monitoreo preciso y continuo de las nubes y la precipitación, *J. Atmos. Oceanic Tech.*, https://doi.org/10.1175/JTECH-D-17-0019.1

Lange, D., A. Behrendt, V. Wulfmeyer, 2019: Vapor de agua troposférica operacional compacto y temperatura Raman Lidar con resolución de turbulencia. Cartas de Investigación Geofísica 46, 14844-14853. DOI:10.1029/2019GL085774, 2019

Leuenberger D, A Haefele, N Omanovic, Mn Fengler, G Martucci, B Calpini, O Fuhrer y A Rossa “Improving High-Impact Numumerical Weather Prediction with Lidar and Drone Observations”. Publicado en línea: 17 de julio de 2020 Publicación impresa: 01 Jul 2020; DOI: https://doi.org/10.1175/BAMS-D-19-0119.1 Página(s): E1036–E1051

Li Z, “Impact of assimilating Mode-S EHS winds in the Met Office” que se publicará en la aplicación Met 2021

Mariani, Z., Stanton, N., Whiteway, J., Lehtinen R. “Toronto Water Vapor Lidar Inter-Comparison Campaign”, Carta de teledetección, 2020

Newsom, R. K., D. D. Turner, R. Lehtinen, C. Münkel, J. Kallio y R. Roininen, 2020: “Evaluation of a Compact Broadband Differential Absorption LIDAR for Routine Water Vapour Profiling in the Atmospheric Boundary Layer”. J. Atmos. Oceanic Technol., 37, 47–65, DOI: https://doi.org/10.1175/JTECH-D-18-0102.1

Radenz, M., Bühl, J., Lehmann, V., Görsdorf, U., y Leinweber, R.: Combinación de radar de nubes y perfilador de viento de radar para una estimación de valor añadido del movimiento vertical del aire y la velocidad terminal de las partículas dentro de las nubes, Atmos. Medición. Tech., 11, 5925–5940, https://doi.org/10.5194/amt-11-5925-2018, 2018.

Roininen, R. y C. Münkel, 2017: Resultados del perfilado continuo de humedad de la capa límite atmosférica con un instrumento de DIAL compacto. Octavo Simp. sobre Aplicaciones Atmosféricas de Lidar, Seattle, WA, Amer. Meteoro. Soc., 12.3, https://ams.confex.com/ams/97Annual/webprogram/Paper301717.html.

Roy, R. J., Lebsock, M., Millán, L. y Cooper, K. B. (2020). Validation of a G-Band Differential Absorption Cloud Radar for Humidity Remote Sensing, *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, *37*(6), 1085-1102., de https://journals.ametsoc.org/view/journals/atot/37/6/jtechD190122.xml

Schnitt, S., U. Löhnert, R. Preusker, 2020: Potential of Dual-Frequency Radar and Microwave Radiometer Synergy for Water Vapour Profiling in the Cloudy Trade Wind Environment, Journal of Oceanic and Atmospheric Technology, 37(11), 1973-1986, https://doi.org/10.1175/JTECH-D-19-0110.1

Spuler, S. M., Hayman, M., Stillwell, R. A., Carnes, J., Bernatsky, T., y Repasky, K. S.: MicroPulse DIAL (MPD) – una arquitectura Lidar basada en diodo-láser para perfiles atmosféricos cuantitativos, Atmos. Medición. Técnico. Discuta. [preprint], https://doi.org/10.5194/amt-2021-41, en revisión, 2021

Stillwell, R. A. Scott M. Spuler, Matthew Hayman, Kevin S. Repasky, and Catharine E. Bunn, "Demonstration of a combined differential absorption and high spectral resolution lidar for profiling atmospheric temperature," Opt. Express 28, 71-93 (2020). https://doi.org/10.1364/OE.379804.

Turko, Maxime & Gosset, Marielle & Bouvier, Christophe & Chahinian, N. & Alcoba, Matias & Kacou, Modeste & Yappi, Apoline. (2020). Medición de las precipitaciones de la red de telecomunicaciones móviles y posibles beneficios para la hidrología urbana en África: un marco de simulación para el análisis de propagación de la incertidumbre. Actas de la Asociación Internacional de Ciencias Hidrológicas. 383. 237-240. 10.5194/piahs-383-237-2020.

Yeung, W.L., Chan, P.W., Lehtinen, R., Roininen, R., Münkel, C. y Chiu, Y.Y. (2020), Observations of subtropical weather by a prototype water vapour LiDAR at Hong Kong Observatory. Tiempo, 75: 244-251. https://doi.org/10.1002/wea.3663

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**ANEXO 3**

**Medidas principales del Plan de Ejecución para la Evolución de los Sistemas Mundiales de Observación (EGOS-IP) que deberán llevar a cabo los Miembros**

Anexo de la Resolución 40 (Cg-18)

Se alienta a los Miembros a que se centren en el EGOS-IP clave (véase el documento EGOS-IP en los idiomas de la OMM: EN, ES, FR, RU, ZH) enumeradas en el cuadro siguiente, y para proporcionar información sobre cómo se implementan a nivel nacional. No obstante, el resto de medidas también son importantes y deben ser abordadas por los agentes identificados en el Plan de Ejecución.

| **Acción No.** | **Acción** | **Indicador de rendimiento** |
| --- | --- | --- |
| C3 | Normas del WIS: Garantizar que todos los operadores que producen observaciones cumplen las normas del WIS. | Grado en que se aplican las normas del WIS. |
| C4 | Consulta con los usuarios: Se necesita una cuidadosa preparación antes de la introducción de nuevos sistemas de observación (o la modificación de sistemas existentes). Es necesario evaluar la repercusión mediante una consulta previa y en consulta permanente con los usuarios de los datos y la comunidad de usuarios en general. "Asimismo, es necesario ofrecer a los usuarios de los datos orientación sobre la infraestructura de recepción/adquisición, procesamiento y análisis de los datos; datos indirectos; y programas de educación y formación." | Grado en que se conocen las preocupaciones de la comunidad de usuarios. |
| C7 | "Procedimientos de" "gestión del cambio" ": Garantizar la continuidad y el solapamiento en el tiempo de los principales componentes del sistema de observación y sus registros de datos, con arreglo a las necesidades de los usuarios, mediante los procedimientos adecuados de gestión del cambio." | Continuidad y coherencia de los registros de datos. |
| C8 | Principios de intercambio de datos: Para los sistemas de observación de la OMM y copatrocinados por ella, garantizar la observancia continua de los principios de intercambio de datos de la OMM independientemente del origen de los datos, incluidos los datos suministrados por entidades comerciales. | Disponibilidad permanente de todos los datos esenciales de las observaciones para todos los Miembros de la OMM. |
| C12 | Frecuencias radioeléctricas: Garantizar una vigilancia continua de las frecuencias radioeléctricas que se necesitan para diferentes componentes del WIGOS, a fin de asegurarse de que estén disponibles y tengan el nivel de protección necesario. Proporcione cualquier información nueva sobre una nueva aplicación o equipo utilizando radiofrecuencia. | Bandas de frecuencias para la observación disponibles/no disponibles con el nivel de protección necesario. |
| G2 | Intercambio de datos horarios: Garantizar, en la medida de lo posible, un intercambio mundial de datos horarios que se utilicen en aplicaciones mundiales, optimizado de modo que se equilibren las necesidades de los usuarios con las limitaciones técnicas y financieras. | Indicadores habituales de vigilancia utilizados en la PNT global. |
| G4 | Normas del WIGOS: Garantizar el intercambio de observaciones de los sistemas de observación atmosférica, oceánica y terrestre, de conformidad con las normas del WIGOS. De ser necesario, organizar diferentes niveles de preprocesamiento de las observaciones a fin de satisfacer las distintas necesidades de los usuarios. | Estadísticas sobre los datos puestas a disposición de las distintas aplicaciones. |
| G7 | Radiosondas en zonas con escasez de datos: Aumentar las estaciones de radiosonda, o reactivar las estaciones de radiosonda que no envían informes, en las zonas con escasez de datos de las Regiones I, II y III que disponen de la peor cobertura de datos. Hacer todo lo posible por evitar la clausura de las estaciones existentes en las zonas con escasez de datos, donde incluso un número muy reducido de estaciones de radiosonda pueden aportar un beneficio esencial a todos los usuarios. | Indicadores de vigilancia habituales utilizados en la PNT. |
| G13 | Disponibilidad de datos de radiosonda: Determinar las estaciones de radiosonda que realizan mediciones de forma regular (incluidas las radiosondas que solo funcionan durante campañas), pero para las cuales los datos no se transmiten en tiempo real Tomar medidas para que los datos estén disponibles. | Número de las estaciones de radiosonda mencionadas que ofrecen datos al SMT, además de los indicadores de vigilancia estándar sobre disponibilidad y puntualidad de los datos obtenidos por radiosonda. |
| G14 | Datos de radiosonda en alta resolución: Garantizar una distribución oportuna de las mediciones de radiosonda a una elevada resolución vertical, junto con información sobre la posición y el día y la hora para cada dato, y otros metadatos conexos. | Número de emplazamientos de radiosonda que suministran los perfiles en alta resolución. |
| G17 | Estaciones perfiladoras de teledetección regionales: Desarrollar redes de estaciones perfiladoras de teledetección a escala regional a fin de complementar los sistemas de observación de radiosondas y de aeronaves, principalmente sobre la base de necesidades regionales, nacionales y locales de los usuarios (si bien parte de los datos medidos se utilizarán a nivel mundial). | Número de estaciones perfiladoras que suministran datos de calidad probada en tiempo real al SIO/SMT. |
| G18 | Procesamiento e intercambio de datos de los perfiladores: Garantizar, en la medida de lo posible, el procesamiento requerido y el intercambio de los datos de los perfiladores para su uso a nivel local, regional y mundial. Cuando los datos de los perfiladores puedan producirse con mayor frecuencia que una hora, se podrá intercambiar a nivel mundial un conjunto de datos que contenga únicamente las observaciones horarias con arreglo a los principios WIS. | Número de estaciones perfiladoras que intercambian datos a nivel mundial. |
| G40 | Metadatos y representatividad de estaciones especiales: Garantizar, en la medida de lo posible, el intercambio en tiempo real de observaciones y metadatos pertinentes, incluida una medición de representatividad efectuada por estaciones en superficie que dan servicio a aplicaciones específicas (transporte por carretera, aviación, meteorología agrícola, meteorología urbana, etcétera). | Porcentaje de observaciones efectuadas por las estaciones mencionadas que se intercambian en tiempo real a nivel regional y mundial. |
| G45 | Radares de polarización dual: Aumentar el despliegue, calibración y uso de radares de polarización dual en las regiones donde resulten útiles. | Cobertura de datos obtenida con este tipo de radar para cada región. |
| G47 | Radares meteorológicos para los países en desarrollo y RRD – Para las zonas de los países en desarrollo que son sensibles a las tormentas e inundaciones, se debe hacer un esfuerzo especial para establecer y mantener estaciones meteorológicas de radar. | Número de estaciones de radar meteorológico operativas en las zonas mencionadas. |

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**ANEXO 4**

**Descripción general de los requisitos de GBON (Deberá/Deberá)**

(basado en las disposiciones de GBON en el Manual de WIGOS, OMM-No. 1160, edición 2021)

|  | **DEBERÁ** | | | | | **¿DEBERÍA** | | | |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tipo de red** | **Variables** | **Resolución horizontal** | **Resolución temporal** | **Resolución vertical** | **Intercambio de datos** | **Resolución horizontal** | **Variables[[20]](#footnote-21)** | **Resolución temporal** | **Resolución vertical** |
| **Estaciones en superficie terrestre** | * La presión atmosférica * La temperatura del aire * Humedad * Viento horizontal * Precipitación * Espesor de nieve (si procede) | 200 km | Por horas | - | Tiempo real global/Tiempo casi real | < 100 km | * La presión atmosférica * La temperatura del aire * Humedad * Viento horizontal * Precipitación * Espesor de la nieve * y otras observaciones disponibles | <= cada hora | - |
| **Estaciones de aire superior**  **sobre tierra** | * Temperatura * Humedad * Viento horizontal | Hasta 30 hPa o más: 500 km | 2 veces al día o más frecuente | 100 m | Tiempo real global/Tiempo casi real | Hasta 30 hPa: 200 km o más  Subconjunto: Hasta 10 hPa o más: 1000 km o más | * Temperatura * Humedad * Viento horizontal * y otras observaciones disponibles | Hasta 30 hPa: 2/día o más frecuente  Hasta 10 hPa o más: 1/d o más frecuente | 100 m. |
| **Estaciones de aire superior**  **sobre el océano** | * Temperatura * Humedad * Viento horizontal | Hasta 30 hPa o más: 1000 km | 2 veces al día o más frecuente | 100 m |  |  |  |  |  |
| **Estaciones marinas en superficie** | * Presión atmosférica * Temperatura de la superficie del mar | 500 km | Por horas |  | Tiempo real global/Tiempo casi real |  |  |  |  |
| **Observación meteorológica de aeronave**  **Ascensos/** **descensos** |  |  |  |  | Tiempo real global/Tiempo casi real |  | * Temperatura * [Humedad] * Vientos horizontales * y otras observaciones disponibles | Cada hora o con más frecuencia | 300 m o más |
| **Observación meteorológica de aeronaves**  **Vuelo nivelado** |  |  |  |  | Tiempo real global/Tiempo casi real | <= 100 km | * Temperatura * [Humedad] * Vientos horizontales * y otras observaciones disponibles |  |  |
| **Perfilador DE teledetección** |  |  |  |  | Tiempo real global/Tiempo casi real |  | * [Temperatura] * [Humedad] * Vientos horizontales * y otras observaciones disponibles | Por horas | 100 m o más |

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**ANEXO 5**

**Servicios Urbanos Integrados para la Guía de Alto Nivel del WIGOS**

**INTRODUCCION**

Para 2050, el 80% de la población mundial estará en centros urbanos (ICLEI, 2020). Si se planifica y gestiona adecuadamente, la urbanización puede ser un instrumento poderoso para el desarrollo sostenible tanto en los países en desarrollo como en los desarrollados. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas (ODS 11) y la Nueva Agenda URBANA de las Naciones Unidas representan una visión compartida para un futuro mejor, resiliente y más sostenible y saludable para las ciudades (Naciones Unidas, 2016; Naciones Unidas 2019). La Organización Meteorológica Mundial ha respondido promoviendo el concepto de servicios urbanos integrados (Cg-17, resolución 68; Cg-18, resolución 32 y 61; EC-68, decisión 15; EC-69, decisión 41; EC-70, decisión 7, anexos 1 y 2; Plan Estratégico de la Organización Meteorológica Mundial para 2020–2023).

El objetivo de este documento es articular los requisitos y prioridades de monitoreo y observación de alto nivel de IUS como parte de la Guía de Alto Nivel WIGOS 2040 para que NMHS los implemente en los próximos 5 años (2021–2025).

Como hay actividades simultáneas para proporcionar detalles y orientación sobre Servicios Urbanos Integrados, IUS (Grupo de Estudio sobre Servicios Urbanos Integrados (SG-URB), 2021), las perspectivas aquí resumidas utilizan tanto documentos existentes como borradores, así como revisados por el SG-URB y otros expertos. Las orientaciones proporcionadas por los expertos en UIT evolucionarán y deben formalizarse, pero existe un acuerdo general sobre las opiniones y prioridades expresadas en el presente documento.

IUS no es un área de aplicación WIGOS (AA) existente, aunque está estrechamente relacionada con el área de aplicaciones más estrecha "Suministro de información sobre la composición de la atmósfera para respaldar los servicios en zonas urbanas y pobladas", que se limita a la predicción de la calidad del aire. Dada la naturaleza distintiva y los problemas de las observaciones urbanas (por ejemplo, variedad, superficie variable, altura, ubicación virtual (multiubicación), alta resolución espacial y temporal y puntualidad, baja latencia, asociaciones requeridas, calidad de los datos, representatividad, integración y problemas significativos de metadatos) y su uso directo por parte de los usuarios y los tomadores de decisiones en las decisiones de alerta temprana, puede ser necesario considerar un nuevo AA de WIGOS para capturar el monitoreo IUS. Dada su inclusión en este documento de orientación de alto nivel de WIGOS y también sobre la base de la discusión con SG-URB, se presenta aquí el análisis de las lagunas y prioridades suponiendo que las observaciones en apoyo de los Servicios Urbanos Integrados pueden considerarse como AA distintas y que la formalización de las metas, objetivos, alcance y requisitos seguirá en la plenitud del tiempo.

**Concepto de Servicios Urbanos Integrados**

Necesidad de servicios urbanos: La densidad de personas, la diversidad del entorno urbano (por ejemplo, densidad de edificios, alturas de edificios, superficie, permeabilidad, emisiones antropogénicas), la concentración de infraestructuras artificiales críticas (por ejemplo, energía, telecomunicaciones, carreteras, alcantarillado) crean una mayor sensibilidad a los peligros debidos al tiempo, el clima, la calidad del aire y la hidrología. El impacto de los peligros está interrelacionado y existe un efecto de dominó de largo alcance no lineal en cascada (OMM, 2019; OMM, 2021, ICLEI, C40). Las necesidades de servicios urbanos e infraestructura subyacente están impulsadas no solo por las necesidades de preparación ante los peligros a corto plazo, sino también por las necesidades de planificación y adaptación a largo plazo.

La planificación urbana para ciudades saludables (calidad del aire, ecología, calidad de vida, resiliencia), considerando el cambio climático, es multifacética e incluye consideraciones de rediseño de ciudades (espacios verdes, espacios azules o acuáticos), estructuras urbanas (techos verdes, materiales de construcción, fuentes de agua para procesos de almacenamiento de calor o enfriamiento), ecología/biodiversidad (vida vegetal, especies, flora, fauna) y calidad de vida (transporte eficiente, aire limpio, agua limpia, gases de efecto invernadero).

Las áreas de conurbación son tan grandes que los peligros y las advertencias/impactos asociados en un lugar pueden no afectar a otras ubicaciones y servicios de emergencia (despliegue de equipos de rescate en inundaciones en áreas bajas y fuertes condiciones de viento, admisiones hospitalarias de emergencia, preparación y personal apropiado), así como servicios diarios.

Necesidad de integración: Estas cuestiones multifacéticas requieren información específica, coherente y precisa de alta resolución e integración de servicios tanto para la planificación estratégica a largo plazo del decenio como para la respuesta táctica de emergencia y la recuperación. La integración también es necesaria en todos los dominios para utilizar de la manera más eficiente los recursos para respaldar la infraestructura de observación. Los servicios meteorológicos, climáticos, medioambientales e hidrológicos requieren datos meteorológicos comunes e intercambio de datos específicos de los servicios para permitir nuevas capacidades con alta resolución espacial, de manera eficiente y sin duplicaciones. La interoperabilidad (estándares, formatos de intercambio, acceso a datos, metadatos) es fundamental, así como el conocimiento de las diferencias de procesamiento, la puntualidad, el acceso a datos y la latencia. La resolución espacial de alta densidad, la especificidad y el costo de las observaciones urbanas requieren conocimientos especializados que solo se pueden lograr mediante asociaciones e integración. La integración es esencial y crítica para una predicción sin fisuras, la modelización del sistema de la Tierra, la cadena de valor, la investigación rápida de las operaciones y las operaciones de los elementos de transferencia de tecnología de los servicios del Plan Estratégico y de Funcionamiento de la OMM para 2020–2023 (Brunet y otros, 2015; Grimmond y otros, 2015; WMO-HIW, 2021; Golding, 2021).

Alcance del IUS: El concepto de Servicios Urbanos Integrados ha sido formulado por la OMM (OMM, 2019 (G1); OMM, 2020 (G2); Grimmond y otros, 2020; Ren y McGregor, 2021; SG-URB, 2021) e incluye los siguientes dominios:

1. Clima: advertencias peligrosas (más específicas), servicios de emergencia, calor adicional;
2. Clima – códigos de construcción, diseño urbano, cambio climático (gases de efecto invernadero, OMM-IG3IS, 2018);
3. Agua – Gestión de alcantarillado, inundaciones urbanas (costeras, fluviales);
4. Medio ambiente[[21]](#footnote-22): composición atmosférica, salud, ecología (insectos, flora y fauna), calidad del agua, etc.

Métodos de integración: La metodología elaborada por la OMM incluye varios métodos diferentes de integración:

1. Integración a nivel de servicios;
2. Integración a nivel de producto /post-procesamiento;
3. Integración a nivel de modelización;
4. Integración a nivel de observación

La integración de la infraestructura de observación es el aspecto más relevante de los Servicios Urbanos Integrados para esta declaración en particular. Dependiendo del servicio y uso específico, las observaciones urbanas tendrán diferentes requisitos de procesamiento, ubicación y densidad que deben tenerse en cuenta al integrar diversas fuentes de observaciones y esto debe incluirse en los metadatos (por ejemplo, promedio de tiempo, precisión y precisión, cobertura; OMM-WIGOS, 2021). IUS requiere que la información/datos/metadatos fluyan o se integren a lo largo de toda la cadena de valor (Golding, 2021; WMO-HIW, 2021)) para su uso/interpretación por parte de los sistemas de apoyo a la toma de decisiones (por ejemplo, los sistemas de visualización de datos y productos que pueden incluir el procesamiento de análisis de "macrodatos"; también incluirán expertos en dominios) y los tomadores de decisiones (por ejemplo, alcaldes de ciudades). Por lo tanto, los productos integrados que respaldan estos servicios podrían crearse utilizando sensores individuales (por ejemplo, series temporales de indicadores individuales para la estimación de las precipitaciones en la zona) o diversas redes de vigilancia de tecnologías de observación homogéneas (por ejemplo, mapas de precipitación de pluviómetros; o radar) o heterogéneas (por ejemplo, mapas de precipitación de medidores, radar y satélite). El procesamiento puede ser muy sofisticado y puede incluir el uso de modelos meteorológicos numéricos (por ejemplo, reanálisis).

**Herencia**

Iniciativas de la OMM: El Congreso/Consejo Ejecutivo de la OMM ha aprobado el concepto y ha pedido que se elaboren materiales de orientación sobre LA UIT.

1. El Congreso aprueba el concepto IUS (Resolución 68, CG 17, 2015; Decisión 15, CE 68, 2016; Decisión 41, CE 69, 2017);
2. Plan Estratégico y Plan de Funcionamiento de la OMM para 2020–2023;
3. Guía sobre los Servicios Hidrometeorológicos, Climáticos y Medioambientales Urbanos Integrados, Volumen I: Los conceptos y la metodología han sido aprobados y aceptados formalmente (2019);
4. Guía sobre los Servicios Hidrometeorológicos, Climáticos y Medioambientales Urbanos Integrados, Volumen II: Las ciudades de demostración han sido formalmente aprobadas y aceptadas (2021);
5. Se está elaborando una guía sobre la isla de calor urbana (versión 2022);
6. Se formó el Grupo de Estudio sobre Servicios Urbanos Integrados (SG-URB) (2020);
7. El SG-URB está elaborando buenas prácticas sobre la elaboración DE modelos de alta resolución para la UIT;
8. Buenas prácticas para la evaluación observacional de las emisiones urbanas de GEI (WMO-IG3IS, 2021)

Se dispone de los siguientes materiales de orientación de la OMM:

1. Orientación inicial sobre las observaciones urbanas (OMM, 2006)
2. Materiales de orientación sobre documentos AQ, Water, NWP, cimo (OMM, 2018)

Otros

1. Consejo Nacional de Investigación, Estados Unidos, 2012;
2. HIW (Golding, 2021);
3. Libro de Ciudades Saludables (Ren y McGregor, 2021)

Rol/Mandato de las Ciudades: Los servicios/alertas urbanos son generalmente el mandato de las ciudades que se han organizado (con apoyo nacional y mundial) para abordar los problemas locales de sostenibilidad urbana y desempeñan un papel importante estableciendo requisitos, prioridades y acciones.

1. El ICLEI – Gobiernos Locales para la Sostenibilidad, formado en 1990, con el apoyo de las Naciones Unidas, se formó como una ONG para proporcionar asistencia técnica a los gobiernos locales para apoyar los objetivos de sostenibilidad.
2. C40, formado en 2005, es un grupo de 97 megaciudades comprometidas a tomar medidas climáticas audaces para un futuro saludable y sostenible.
3. Pacto Mundial de Alcaldes

Papel del SMHN: Un mensaje clave de orientación sobre Servicios Urbanos Integrados fue que el NMHS está bien posicionado y se espera que lidere el desarrollo de IUS (Rogers, 2013; C40, 2020) debido a:

1. capacidad, en particular en la modelización urbana de alta resolución (a escala mundial, regional, local y microescala, incluida la modelización de la dispersión para los peligros químicos, biológicos, radiológicos o nucleares y los explosivos (QBRNE))
2. los mandatos existentes en materia de aire, clima, medio ambiente y agua a escala mundial y nacional, así como las vías existentes para la comunicación de alertas.
3. patrimonio, papel en los sistemas de alerta temprana multirriesgos, reducción de riesgos de desastre y cambio climático
4. voz autorizada, experto reconocido y líder en disposiciones de advertencia y papel esencial en los procesos de toma de decisiones

IUS y observaciones: Al mismo tiempo, la OMM proporciona orientación sobre el futuro del sistema mundial de observación a través de la Visión 2040 del Sistema Mundial de Observación (W2040-Vision). Los conceptos de WIGOS Vision son coherentes con los de IUS, en particular:

1. Sistemas DE observación integrados;
2. Observaciones de sensores y plataformas no tradicionales;
3. Gestión y acceso a los datos;
4. Servicios de alto impacto y sin fisuras;
5. Centrarse en los metadatos; y
6. las asociaciones.

Entre otras cuestiones, cabe mencionar las siguientes:

1. Centrarse en las fuentes de observación no tradicionales e incluir estaciones de "referencia" en el diseño de la red;
2. Análisis de sensores/redes heterogéneas de observaciones para el control de calidad;
3. Centrarse en las observaciones locales/micro y la representatividad a diversas escalas;
4. Datos no meteorológicos para la verificación de efectos de gran impacto

**Antecedentes/estado de la técnica**

1. Los sistemas meteorológicos y climáticos mundiales y regionales, como el cambio climático, los sistemas sinópticos y extratropicales, así como los huracanes y tifones, afectan al IUS. Las ciudades se ven influenciadas por los procesos a todas las escalas y, por lo tanto, **la orientación para las observaciones mundiales o regionales son relevantes para las observaciones de IUS**.
2. Existen procesos e impactos a **escala local (escala de la ciudad o conurbación a barrios), micro (bloques de ciudades) y de obstáculos (edificios individuales**). Las conurbaciones son lo suficientemente grandes como para que los peligros afecten a un lugar pero tal vez no a otro y los peligros se inicien u ocurran en un lugar lejos de donde tienen un impacto. Con la nueva capacidad de observación, la mejora de la densidad de observación, la modelización y la toma de decisiones específicas, la IUS de local, micro u obstáculo evolucionará.
3. Si bien existe una estrecha asociación entre las escalas espaciales y temporales para el clima, existen aplicaciones IUS (por ejemplo, planificación urbana) en las que se necesita información a escalas microespaciales en escalas temporales (climáticas) más largas. Para aplicaciones meteorológicas y de calidad del aire, la naturaleza **dimensional en 3D** de las diversas capas del dosel urbano (~100 m a ~2 km) juega un papel importante en la caracterización del proceso y la modelización numérica. Los procesos químicos atmosféricos y la distribución de los constituyentes varían a escalas verticales aún más finas (WMO-UHI, 2022; SG-URB, 2021).
4. Los servicios urbanos están generalmente bajo el mandato de los municipios apoyados por los gobiernos regionales (estatales) y nacionales. **Los servicios urbanos ya existen,** y esto se hace con mayor frecuencia en el "nivel de servicio", donde la información y los conocimientos especializados dispares de diversas fuentes se combinan manualmente para los encargados de adoptar decisiones, como en las operaciones de gestión de emergencias civiles. Otro ejemplo de los servicios urbanos actuales es el establecimiento de códigos de construcción a partir de datos climáticos (utilizando series temporales de información meteorológica de larga duración). Al mismo tiempo, existe una laguna evidente en la integración de esos servicios prestados por diferentes organizaciones.
5. Los servicios climáticos tradicionales se basan en observaciones de un **sitio rural** (a menudo un aeropuerto) y **se adaptan o interpretan para sitios/entornos urbanos** utilizando relaciones estadísticas de "normales de 30 años". Sin embargo, los planificadores urbanos requieren predicciones meteorológicas a escala micro (y tal vez de obstáculos), de calidad del aire y del agua bajo escenarios de cambio climático y desarrollo urbano (Amorin y otros, 2018). A menudo, las observaciones urbanas que pueden utilizarse directamente en apoyo de los Servicios Urbanos Integrados faltan o son realizadas de manera dispersa por diferentes organizaciones.
6. Independientemente del nivel de integración, la integración del **nivel de servicio siempre será parte de la "última milla"** dada la complejidad y los conocimientos necesarios para interpretar la información dispar y para desarrollar la confianza de los tomadores de decisiones (por ejemplo, los alcaldes). Las observaciones son directamente necesarias para la verificación de los productos producidos y para permitir la confianza a lo largo de la cadena de valor.
7. En general, el **medio ambiente urbano no está bien representado** en la actual generación de NWP operativos, incluso cuando los modelos mundiales o regionales (para la predicción meteorológica y climática) tienen una resolución de cuadrícula a escala kilométrica (típicamente de 2 a 4 km). Las ciudades simplemente están representadaso no lo están en absoluto (es decir, tratadas como rurales) en dichos modelos. Uno de los principales beneficios de los modelos de mayor resolución es que captura mejor los procesos a gran escala (~O(100 km)) (estructuras más precisas y mejor predicción de intensidades), lo que en sí mismo mejora la predicción urbana a medida que predice mejor el entorno rural. IUS requiere modelos a escala de subkilómetro para resolver las variaciones y procesos del entorno urbano. Algunos modelos funcionan a escalas de 2 y 3 m.
8. **La asimilación de datos para la predicción meteorológica numérica de alta resolución** todavía se encuentra en la fase de investigación y desarrollo. También es necesario avanzar en la comprensión científica de los procesos urbanos (intercambio de superficies) y su parametrización. Los modelos (y servicios) urbanos actuales se inician a través de modelos globales o regionales donde se asimilan las observaciones globales y regionales. Por lo tanto, i) las mejoras de la red de seguimiento a escala mundial y regional beneficiarán a la UIT, y ii) el diseño de la red de redes de observación urbana para el inicio de los PTN es una prioridad futura. Cabe señalar que la nueva generación de esquemas de parametrización y asimilación basados en IA están en rápido desarrollo y el progreso puede acelerar en gran medida este desarrollo.
9. La **capacidad de microescala de alta resolución de los modelos urbanos** y las observaciones esperadas están definiendo las capacidades actuales y futuras de LA UIT. Por ejemplo, los diseñadores urbanos requieren conocimientos del entorno urbano a microescala para combinar áreas verdes (**árboles**, parques, jardines) y azules (fuentes de agua para calefacción/refrigeración; sumideros de efluentes para sistemas de gestión de alcantarillado para la sostenibilidad) para diseños urbanos saludables (ubicación de edificios y fábricas; Weston, 2021). El estudio de los modelos numéricos urbanos indica que los modelos de escala héctor-métrica (~O(100) m) son comunes en la investigación y las operaciones previas, así como los modelos geoespaciales que van con una resolución de hasta decenas de metros. El diseño urbano para la ventilación del aire está a escala de cañón de la calle (Ng, 2009; Ren y otros, 2018).
10. El primer paso en la modelización urbana es la representación de las **condiciones iniciales y límite** (el entorno urbano) a escala local, micro y de obstáculos. Dependiendo de la sofisticación de las aplicaciones urbanas (por ejemplo, el clima), puede ser suficiente identificar las "**Zonas Climáticas Locales"** (Stewart y Oke, 2012) para traducir las observaciones meteorológicas/climáticas rurales en urbanas o los resultados del modelo (escala local).
11. Sin embargo, la **representación del entorno urbano** en **modelos de área limitada urbanizada** de alta resolución (u ordenar cientos de metros y menos) requiere un mayor nivel de detalle donde se representan estructurasurbanas como edificios, su altura y densidad, la impermeabilidad de la superficie, la calefacción por micro/obstáculos o fuentes de emisión como carreteras, fábricas industriales y cocinas de patio trasero (y por lo tanto la actividad humana como el trabajo y los patrones de tráfico, el uso de acondicionadores de aire, la cocina de patio trasero) (Ching et al., 2018).
12. El **entorno urbano evoluciona** con el tiempo con la construcción de autopistas, plantas industriales, edificios y zonas bajas propensas a las inundaciones (pasos subterráneos) y donde las vías de agua y las llanuras de inundación se están convirtiendo en áreas usadas. Dado el entorno en constante cambio, los datos y los metadatos del entorno que los describen requieren actualizaciones y mejoras frecuentes con respecto a las prácticas actuales.
13. La interpretación de la observación requiere el conocimiento del entorno que representa (es decir, zonas climáticas locales (ZLC) o entornos microurbanos). La longitud e incluso la velocidad y dirección del viento afectan la interpretación. Por lo tanto, los metadatos **urbanos** **son críticos para interpretar la observación y deben incluir información sobre el entorno urbano y la representatividad del sitio.**
14. En los sistemas de apoyo a la toma de decisiones existentes, especialmente en la era del análisis de "macrodatos"/inteligencia artificial, **los productos derivados de las observaciones son necesarios y se tratan como datos** para el procesamiento posterior y el soporte de los servicios. Por ejemplo, la precipitación se puede procesar, derivar o controlar la calidad a partir de múltiples sensores (medidores, radar, satélite, crowdsourcing o de reanálisis) y la fuente de observación original puede ser irrelevante.
15. Los proyectos de **desarrollo y demostración**, los bancos de pruebas y otros proyectos de investigación mejoran y aceleran la **investigación de las operaciones y las operaciones** de **los servicios y los servicios** de **los procesos de transferencia de tecnología para la adopción de decisiones** que siguen y apoyan los objetivos estratégicos a largo plazo de la OMM.

**Observaciones urbanas integradas/diseño de redes**

1. **No existe un enfoque único.** Las necesidades de observación/seguimiento evolucionarán en función de las necesidades y aplicaciones de los Servicios Urbanos Integrados y serán específicas para cada conurbación. La geografía jugará un gran papel en el diseño de IUS, pero en primer lugar esto ya está cubierto principalmente por los sistemas globales (y regionales) de observación del clima. Dicho esto, hay puntos en común entre las ciudades para los servicios locales/de microescala para los peligros climáticos y de calidad del aire, para abordar los impactos del cambio climático, las inundaciones locales y la planificación urbana que requieren observaciones de mayor resolución.
2. **Variables IUS esenciales**: Hay una amplia variedad de variables que deben medirse. La información meteorológica básica (por ejemplo, temperatura, viento, precipitación) es común a todos los dominios IUS. Otras esferas, como la cantidad o los niveles de agua en las cuencas o alcantarillas urbanas, pueden necesitar también observaciones específicas del ámbito, como los flujos, las emisiones, los niveles de agua y otros parámetros, para la calibración, verificación o estimación del impacto. Las observaciones multisectoriales permitirán el acoplamiento de modelos, el desarrollo de nuevas ciencias y nuevos y mejores servicios. Esto puede incluir métricas de éxito del usuario (por ejemplo, ingresos hospitalarios o datos epidemiológicos) para evaluar adecuadamente el impacto de IUS.
3. **Ubicación del IUS**: Existen principios para el diseño de redes y directrices para metadatos (OMM-WIGOS, 2021; WIGOS, 2019). Sin embargo, las observaciones urbanas son fundamentalmente **diferentes** de las observaciones rurales debido a: (i) los sensores que comprenden una estación urbana pueden desplazarse tanto horizontal como verticalmente, (ii) la superficie subyacente es variable y (iii) la altura de la observación particularmente en relación con la naturaleza tridimensional del dosel urbano. Las orientaciones anteriores sobre las observaciones urbanas que se centraban en el clima urbano (a escala local y el desarrollo posterior del concepto de zona climática local) indicaban que los sensores que comprendían una "estación" podían desplazarse físicamente. La temperatura puede medirse en una ubicación, pero el viento puede medirse a varios edificios para escapar de los efectos del flujo de obstáculos. Se desalentaron las observaciones en los tejados para los servicios climáticos urbanos, pero son necesarias si se consideran componentes críticos de la isla de calor o forman parte de la física de la modelización urbana (SG-URB, PA15). El viento puede recogerse en una ubicación diferente y/o a diferentes alturas sobre el suelo dentro de la capa límite urbana (capa de dosel urbano, la subcapa de rugosidad, la subcapa inercial, UHI 2021).
4. **Necesidad de observaciones densas**: Las observaciones de alta resolución son necesarias por una variedad de razones: desde el desarrollo de la comprensión científica, la parametrización de los procesos en los modelos, el desarrollo de relaciones climatológicas/estadísticas (requieren monitoreo a largo plazo), para transmisiones a microescala y la preparación de alertas tempranas (puntualidad/baja latencia, alta resolución espacial/temporal, mantenimiento de la conciencia situacional, preparación de alertas), el establecimiento de condiciones iniciales y límite para los modelos, para la validación (verificación de los supuestos de procesamiento del modelo/producto son correctos), el uso por parte de los sistemas de toma de decisiones posteriores (por ejemplo, uso en sistemas de "macrodatos"/"IA") y la verificación (verificación de predicciones correctas para desarrollar la confianza) en el proceso de toma de decisiones. Para las advertencias de alto impacto, los datos de verificación también deben incluir métricas y parámetros relacionados con el impacto del evento (por ejemplo, altura de la inundación, área, ingresos hospitalarios, parámetros ecológicos). Es posible que la comunidad científica no disponga fácilmente de estos últimos datos, pero se necesitarán para demostrar el éxito de los servicios y sus beneficios en función de los costos.
5. **Brecha de la Red de Observación Urbana Integrada.** Pocos NMHS tienen estaciones urbanas, mientras que muchas agencias de medio ambiente han desplegado estaciones de calidad del aire de alta calidad con sensores meteorológicos; algunos **municipios** han desplegado redes de estaciones meteorológicas compactas y sensores de composición atmosférica; la mayoría de los ríos, así como algunos sistemas de alcantarillado en áreas urbanas, se miden; la investigación, los proyectos de demostración y los bancos de pruebas han desplegado redes de tecnologías de teledetección e in situ (radar, lidar, ceilómetro); y los vehículos móviles (automóviles o bicicletas) tienen sensores de composición meteorológica o atmosférica (Google, 2021) cuando se combinan pueden proporcionar observaciones básicas y de nivel de referencia. Las tecnologías de crowdsourcing incluyen torres de microondas de teléfonos celulares, tecnologías de vehículos (temperatura; detectores de precipitación para la activación del limpiaparabrisas; lidares, radares y cámaras para la asistencia al conductor), teléfonos móviles (temperatura, presión, UV), aplicaciones de crowdsourcing (informes meteorológicos, actividad de Twitter, Instagram) pueden proporcionar una observación integral de niveles a lo largo de la cadena de valor para la verificación de IUS de alto impacto (Elmore y otros, 2014; Smith y otros, 2015; McNicholas y Mass, 2021). A medida que aumente el servicio de IUS, se esperará una mayor capacitación, lo que requerirá un seguimiento adicional de los factores de confusión adicionales (por ejemplo, la acumulación de desechos en las alcantarillas) en los que se van a desarrollar nuevas tecnologías. Mediante asociaciones, la **creación de redes integradas de observación urbana** permitirá crear nuevas capacidades, aumentar la capacidad y reducir la duplicación y los costos de las observaciones urbanas.
6. **Disparidad en la información sobre el medio ambiente urbano:** Para aplicaciones de climatología, las observaciones (y predicciones) rurales se utilizan de manera estadística para aplicaciones urbanas. El uso más común es estimar el aumento de temperatura debido al efecto de isla de calor urbana a escala local o de ciudad donde se postula un impacto espacial cuasi-Gausiano. Para las escalas locales, se ha dispuesto de **orientación** inicial que proporciona los requisitos de instrumentos y sitios en un entorno urbano (OMM, 2006; OMM, 2019). Para la ubicación, la representatividad se encapsula en consideraciones fetch que requieren uniformidad del entorno urbano a una escala de 500 m o más. Recientemente, utilizando el concepto de clasificación de zonas climáticas locales (por ejemplo, altura del edificio, densidad, tipo de superficie) y asumiendo la universalidad, las observaciones de monitoreo urbano se pueden aplicar de forma cruzada para reducir los requisitos de monitoreo de la red urbana (Stewart y Oke, 2012). Para los modelos y servicios urbanos, se necesitan detalles del entorno urbano a microescala, como alertas de clima severo, inundaciones o calidad del aire, o donde las fuentes de agua son parte de los conceptos de diseño y la implementación verde-azul. El conocimiento del **entorno urbano**, para interpretar adecuadamente las observaciones y redes urbanas es **fundamental para todos los IUS y, por lo tanto, es la primera brecha a abordar**. El World Urban Data and Access Portal (WUDAPT) es un esfuerzo internacional basado en la comunidad para capturar tanto los entornos urbanos locales como los de microescala (Ching y otros, 2018).
7. **Deficiencia de la estación de referencia:** Dada la amplitud de los problemas, incluida la heterogeneidad de los sensores, los tipos de observación, el procesamiento **y** otros problemas de gestión de la calidad, se necesitan estaciones de referencia para calibrar o controlar la calidad de los datos subyacentes al IUS. Tanto las estaciones rurales como urbanas en la Zona Climática Local aplicable (u otro esquema de clasificación) o en las zonas de emisión deben establecerse como parte del diseño de la red. Se trata de una laguna importante.
8. **Brecha de metadatos urbanos:** Como las observaciones deben satisfacer múltiples usos, los **metadatos** deben incluir información suficiente para respaldar el uso de la observación (interpretación para "adaptarse a la aplicación"). El medio ambiente urbano es un aspecto que debe tenerse en cuenta, ya que las observaciones se verán afectadas por los obstáculos y las estructuras de microescala (OMM 2006). A medida que el entorno urbano experimenta una renovación constante, se recomendó la actualización anual de este en los metadatos (WMO, 2006; Grimmond y Ward, 2021; Muller y otros, 2013). Es necesaria la especificación del estándar de metadatos de observación urbana.
9. **Brecha de gestión de datos:** El conocimiento de los datos disponibles, los mecanismos de intercambio de datos, los formatos de datos, los **algoritmos** de procesamiento de señales y datos y el control de calidad son problemas reconocidos que requieren liderazgo, capacidades técnicas y beneficios mutuos demostrados antes de que las asociaciones puedan prosperar. El intercambio efectivo de datos requeriría que se respetaran la privacidad y los derechos de propiedad intelectual. El intercambio de datos entre los proveedores de los distintos componentes del sistema de observación es una deficiencia importante. La gestión de los metadatos es fundamental. Se necesitan **proyectos de demostración de IUS, bancos de pruebas e intercambio de conocimientos**. La política de datos abiertos recientemente adoptada por la OMM puede servir de palanca para mejorar el intercambio de datos de observación urbana y la armonización de los formatos y protocolos de intercambio de datos.
10. **Evaluación de deficiencias:** Los ejemplos del servicio integrado plenamente implementado existen, en particular en pequeñas ciudades-estado (Baklanov y otros, 2020), aunque existen brechas sustanciales en la provisión de IUS en todo el mundo.

**Prioridades de la UITA**

1. La prioridad máxima y fundamental para todas las aplicaciones de IUS es la **información sobre el entorno urbano** (tejido, textura, altura del edificio, permeabilidad de la superficie). Es especialmente importante: i) interpretar las observaciones urbanas en función de su representatividad y ii) diseñar redes de observación. Esto se ha conceptualizado para los servicios climáticos urbanos a escala local como LCZ. Los servicios urbanos a microescala con mayor variabilidad requerirán información de mayor resolución sobre el entorno urbano. El establecimiento y la adopción de normas comunes de clasificación en diversas escalas permitirán la transferibilidad de los resultados y la evaluación precisa de los riesgos e impactos, reduciendo así la duplicación y los costos.
2. La segunda prioridad es **establecer estacionesde referencia IUS**. Dadas las diferencias con los requisitos de medición rural (ubicación, variabilidad de superficie y altura, variables esenciales), se necesitan estaciones de referencia IUS para respaldar (calibrar, interpretar) el concepto de WIGOS Tier de redes básicas, de referencia e integrales. En muchos casos, las estaciones urbanas a menudo no existen y los IUS se basan crudamente en conceptos simples de isla de calor y, en esta situación simple, la distinción entre estaciones básicas y de referencia puede ser discutible o basarse en la exhaustividad del conjunto de variables medidas. Se pueden desplegar diferentes niveles de sofisticación: (i) una sola estación de referencia que represente a toda la conurbación proporcionará un IUS basado en evidencia básica, (ii) estaciones de referencia por LCZ representativa, (iii) estaciones de referencia para cada LCZ en la conurbación.
3. La tercera prioridad es **desarrollar y demostrar los conceptos de la red de observación IUS** para (i) acelerar su desarrollo, (ii) establecer y probar estándares, particularmente con respecto a los metadatos, (iii) demostrar los beneficios e impactos de IUS a los Miembros, (iv) instigar e iniciar asociaciones y bancos de pruebas, intercambio de datos y acceso, (v) acelerar el desarrollo y la demostración de redes integrales, incluidos los procesos de crowdsourcing, nuevas tecnologías, extracción de información y control de calidad, y (vi) proporcionar capacitación y oportunidades de creación de capacidades para los miembros, entre otros. Se necesitan proyectos de demostración coordinados con diferentes necesidades de servicios y asociaciones para poner a prueba la universalidad de las normas y los procesos propuestos y las modalidades de desarrollo de las asociaciones, la integración y la UIT.

**Referencias**

|  |
| --- |
| Amorim JH, Asker C, Belusic D, Carvalho AC, Engardt M, Gidhagen L, Hundecha Y, Körnich H, Lind P, Olsson E, Olsson J, Segersson D, Strömbäck L, Joe P, Baklanov A (2018) Integrated Urban Services for European cities: the Stockholm case. Boletín de la OMM, 67(2): 33-40 |
| Baklanov, A., B. Cárdenas, T. Lee, S. Leroyer, V. Masson, L.T. Molina, T. Müller, C. Ren, F.R. Vogel, J. Voogt, (2020) Integrated urban services: Experiencia de cuatro ciudades en diferentes continentes, Clima urbano, 32, https://doi.org/10.1016/j.uclim.2020.100610 |
| Ching J, Mills G, Bechtel B, See L, Feddema J, Wang X, Ren C, Brousse O, Martilli A, Neophytou M, Mouzourides P, Stewart I, Hanna A, Ng E, Foley M, Alexander P, Aliaga D, Niyogi D, Shreevastava A, Bhalachandran P, Masson V, Hidalgo J, Fung J, Andrade M, Baklanov A, Dai W, Milcinski G, Demuzere M, Brunsell N, Pesaresi M, Miao S, Mu Q, Chen F, Theeuwes N, 2018: World Urban Database and Access Portal (WUDAPT): Infraestructura urbana de modelado meteorológico, climático y ambiental para el antropoceno. Bull Am Meteorol Soc 99 (9):1907-1924. doi:10.1175/bams-d-16-0236.1. |
| Elmore, K.L., Z.L. Flamig, V. Lakshmanan, B. T. Kaney, V. Farmer, H. D. Reeves y L. P. Rothfusz, 2014: MPING: Crowd-Sourcing Weather Reports for Research, BAMS, https://doi.org/10.1175/BAMS-D-13-00014.1. |
| Golding, B. (editor), 2021: Advertencia meteorológica "perfecta": Reducir las brechas disciplinarias a través de la asociación y la comunicación, Springer Nature, Suiza. |
| Google, 2021: Earth Outreach, Air Quality, https://www.google.com/earth/outreach/special-projects/air-quality/. (Consultado el 27 de septiembre de 2021). |
| Grimmond C, G Carmichael, H Lean, A Baklanov, S Leroyer, V Masson, K Schluenzen, B Golding, 2015: Sistemas de predicción ambiental a escala urbana. Seamless Prediction of the Earth-System: from minutes to months (Eds Brunet G, Jones S. Ruti P) (Capítulo 18) OMM- No 1156, 347-370. |
| Grimmond S, Bouchet V, Molina LT, Baklanov A, Tan J, Schluenzen KH, Mills G, Golding B, Masson V, Ren C, Voogt J, Miao S, Lean H, Heusinkveld B, Hovespyan A, Teruggi G, Parrish P, Joe P, 2020: Servicios Hidrometeorológicos, Climáticos y Medioambientales Urbanos Integrados: Concepto, metodología y mensajes clave. Clima urbano:100623. doi:10.1016/j.uclim.2020.100623. |
| Grimmond S. y H.C. Ward, 2021: Mediciones urbanas y su interpretación. En: Foken T (ed.), Handbook of Atmospheric Measurements. Springer Nature, Suiza, 1393-1425. https://doi.org/10.1007/978-3-030-52171-4\_52. |
| ICLEI, 2020: ICLEI Corporate Report 2018-2019. https://worldcongress2018.iclei.org/wp-content/uploads/Corporate%20Report%202018-2019.pdf. (Consultado el 8 de febrero de 2020). |
| Smith, L., Q. Liang, P. James y W. Lin, 2015: Evaluar la utilidad de las redes sociales como fuente de datos para la gestión de riesgos de inundación utilizando un marco de modelado en tiempo real, J. of Flood Risk Management, DOI: 10.1111/jfr3.12154, https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/jfr3.12154. (Consultado el 27 de septiembre de 2021). |
| McNicholas, C. y C.F. Mass, 2021: Corrección de sesgos, anonimización y análisis de observaciones de presión de teléfonos inteligentes utilizando aprendizaje automático y resolución múltiple Kriging, WAF, https://doi.org/10.1175/WAF-D-20-0222.1. |
| Muller C.L., Chapman L., Grimmond C.S.B., Young D.T., Cai X-M (2013) Toward a Standardized Metadata Protocol for Urban Meteorological Networks. Bull Am Meteorol Soc 94 (8):1161-1185. doi:10.1175/BAMS-D-12-00096.1.  Ng, E., 2009: Políticas y directrices técnicas para la planificación urbana de ciudades de alta densidad - evaluación de la ventilación del aire (AVA) de Hong Kong. Building and Environment, 44(7), 1478-1488.  Ren, C., Ng, E. y Katzschner, L. (2011). "Urban climatetic map studies: a review", "Urban climatetic map studies: a review Revista Internacional de Climatología, 31(15), 2213-2233. doi: DOI: 10.1002/joc.2237  Ren, C. y G. McGregor (editores), 2021: Urban Climate Science for Planning Healthy Cities, Springer Nature, Suiza. |
| Rogers D. P. y V. V. Tsirkunov, 2013: Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales. En: Rogers DP, Tsirkunov VV (eds.) Weather and Climate Resilience: Preparación efectiva a través de los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales. Banco Mundial. https://doi.org/10.1596/9781464800269\_Ch03. (Consultado el 10 de febrero de 2020). |
| SG-URB, 2021: Grupo de Estudio Servicios Urbanos Integrados, https://community.wmo.int/activity-areas/sercom/sg-urb. (Consultado el 29 de septiembre de 2021). |
| Stewart I. y T. Oke, 2012: Zonas climáticas locales para estudios de temperatura urbana Boletín de la Sociedad Meteorológica Americana 93(12), 1879 - 1900. https://dx.doi.org/10.1175/bams-d-11-00019.1. |
| ONU, 2016: Nueva Agenda Urbana – HÁBITAT III. http://habitat3.org/the-new-urban-agenda. (Consultado el 2 de marzo de 2020). |
| Naciones Unidas, 2019: Objetivos de las Naciones Unidas para el desarrollo sostenible. https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals. (Consultado el 8 de febrero de 2020).  Weston, P., 2021: Green Streets, en The Guardian Weekly, 205 (16), Reino Unido, 22-23.  WIGOS, 2019: Manual del Sistema Mundial Integrado de Sistemas de Observación de la OMM, anexo VIII del Reglamento Técnico de la OMM, https://library.wmo.int/doc\_num.php?explnum\_id=10145, (Consultado el 28 de septiembre de 2021).  OMM, 2006: Initial Guidance to Obtain Representative Meteorological Observations at Urban Sites, WMO/TD-No. 1250; IOM Report No.81. https://library.wmo.int/doc\_num.php?explnum\_id=9286. (Consultado el 9 de febrero de 2020). |
| OMM, 2019: Guía para los Servicios Hidrometeorológicos, Climáticos y Medioambientales Urbanos Integrados. Volumen I: Concepto y Metodología. OMM-No: 1234, https://library.wmo.int/doc\_num.php?explnum\_id=9903. (Consultado el 26 de julio de 2021). |
| OMM, 2021: Guía para los Servicios Hidrometeorológicos, Climáticos y Medioambientales Urbanos Integrados. Volumen II: Demostración de ciudades. OMM-No: 1234, https://library.wmo.int/doc\_num.php?explnum\_id=105547, (consultado el 22 de julio de 2021).  WMO-IG3IS, 2018: Plan de aplicación de la ciencia adoptado por la CE-70.  WMO-IG3IS, 2021: Sistema mundial integrado de información sobre los gases de efecto invernadero, https://ig3is.wmo.int/en/events/towards-international-standard-urban-ghg-monitoring-and-assessment, (consultado el 1 de noviembre de 2021). |

**ANEXO 6**

**Variables de Composición Atmosférica en apoyo de aplicaciones de monitoreo y predicción**

Las variables identificadas como prioritarias son las siguientes:

**Predicción de la composición atmosférica (F)**

1. Todas las variables globales de NWP (por ejemplo, capa límite planetaria (PBL) + altura de la tropopausa)
2. Aerosoles (masa del aerosol, distribución de tamaño [o al menos masa en tamaños de tres fracciones]: 1, 2.5 y 10 micrones), especiación y composición química, AOD en longitudes de onda múltiples, profundidad óptica de absorción de aerosoles (AAOD), contenido de agua, relación de masa a AOD, distribución vertical de la extinción).
3. Ozono total, ozono de perfil, ozono de superficie, NO, NO2 (superficie, columna, perfil), PAN, HNO 3, NH3, CO, COV (isopreno, terpenos, alcoholes, aldehídos, cetonas, alcanos, alquenos, alquinos, aromáticos), SO2 (superficie y columna), CH4, CO2, N2O, HCHO, HOx, Clx, ClO, BrO, OClO, ClONO 2, HDO, CFC, HCFC, HFC, Rn, SF6.
4. Otros: flujo actínico, potencia radiativa contra incendios, apoderados de la tierra, rayos, deposición seca y húmeda, polen (especies clave), OCS.

**Vigilancia de la composición atmosférica (M)**

1. Todas las variables globales de NWP (por ejemplo, la altura de PBL + tropopausa) y otras variables meteorológicas/climáticas (por ejemplo, SST, temperatura de los océanos profundos, variabilidad solar, albedo, uso de la tierra, humedad del suelo, precipitación, cubierta de hielo marino, cubierta de nieve, ocurrencia de nubes estratosféricas polares (PSC)).
2. Aerosoles (masa de aerosol, número, tamaño/distribución de la superficie (1, 2,5, 10 micras), especiación y composición química, AOD en múltiples longitudes de onda, AAOD, contenido de agua, relación de masa a AOD, distribución vertical de la extinción), coeficiente de retrodispersión de aerosol estratosférico, composición de PSC, concentración de metales, composición química de PM (sulfato, nitrato, amonio, BC, OC, OM, polvo, sal marina, BS, SOA) índice de aerosol, índice de refracción, composición química de la precipitación, Hg, contaminantes orgánicos persistentes (COP), partículas biológicas primarias.
3. Ozono total, ozono de perfil, ozono de superficie, NO, NO2 (superficie, columna, perfil), PAN, Hno3, NH3, CO, COV (isopreno, terpenos, alcoholes, aldehídos, cetonas, alcanos, alquenos, alquinos, aromáticos), SO2 (superficie, columna), CH4, CO2, N2O, N2O5, NO3, HCHO, HOx, Cly, ClO, BrO, OClO, Clon 2, HDO, CFC, HCFC, HFC, halones, CH3Br, CH3Cl, Brono 2, Rn, SF6, glioxal, metilcloroformo, H2O, H2O2, H2, O2/N2 relación, sulfuro de dimetilo (DMS), ácido metanosulfónico (MSA), OCS.
4. Isótopos de CO2, CH4, N2O, CO, (D, 13C, 14C, 17O, 18O, 15N) también en la fase en aerosol.
5. Flujo actínico, potencia radiativa de fuego, apoderados de la tierra, rayos, deposición seca y húmeda, polen (especies clave), color del océano, clorofila-A, Índice de Área de Hoja (LAI), Radiación Fotosintéticamente Activa (par), fracción de PAR (fPAR), fluorescencia, mapas de vegetación, mapas de uso de la tierra, áreas quemadas, luz nocturna, conteos de fuego, tierras húmedas, rutas de buques, inventario forestal, densidad de biomasa, tierras de cultivo.

Cabe señalar que esta lista de variables representa más bien una lista de deseos y el Programa GAW proporciona orientación solo sobre el número limitado de las variables enumeradas. Los requisitos de usuario en la base de datos de OSCAR también son documentos solo para el subconjunto de estas variables que tienen la importancia principal.

**Acrónimos**

Observaciones basadas en aeronaves de ABO

Retransmisión de Datos Meteorológicos de Aeronaves AMDAR

Vectores de movimiento atmosférico AMV (AMV Atmospheric Motion Vectors)

PROGRAMA ARGO Profiling Float

Gestión del tránsito aéreo en cajeros automáticos

Servicio de Vigilancia Atmosférica CAMS COPERNICUS

Modelo de circulación general acoplada CGCM

Grupo de Coordinación de los Satélites Meteorológicos del Sistema Generalizado de Gestión

Iniciativa de Apoyo a los Países de la ICS

Reducción de riesgos de desastre de RRD

Variable climática esencial ECV

Plan de ejecución del EGOS-IP para la evolución de los sistemas mundiales de observación

Red de Servicios Meteorológicos Europeos de EUMETNET

Impacto de las observaciones basadas en la sensibilidad de los pronósticos FSOI

Vigilancia de la Atmósfera Global de GAW

Red Mundial Básica de Observaciones GBON

SMOC Sistema Mundial de Observación del Clima (OMM, COI de la UNESCO, CIC, ONU Medio Ambiente)

Vigilancia de la Criosfera Global de la VCG

Sistema Mundial de Proceso de Datos y de Predicción GDPFS

Espectrómetro de monitoreo del entorno geoestacionario GEMS

Gases de efecto invernadero

GNSS Sistema mundial de navegación por satélite

Sistema Mundial de Observación del SMO

SMOO Sistema Mundial de Observación de los Océanos (COI de la UNESCO, OMM, CSI, ONU Medio Ambiente)

Red de referencia en altitud del SMOC de GRUAN

GSRN GCOS Surface Reference Network (Red de Referencia de Referencia de Superficie del

GTS OMM Sistema Global de Telecomunicación

GURME GAW Investigación Urbana Meteorología y Medio Ambiente

OACI Organización de Aviación Civil Internacional

INFCOM Comisión de Observaciones, Infraestructura y Sistemas de Información

Programa de Instrumentos y Métodos de Observación de la IMOP

IPET-OSDE ex Comisión de Sistemas Básicos Equipo de expertos interprogramas sobre diseño y evolución de sistemas de observación

Infrarrojo de infrarrojos

JET-EOSDE INFCOM Equipo Mixto de Expertos sobre Diseño y Evolución de los Sistemas de Observación de la Tierra

Países menos adelantados

SMHN - Servicio Meteorológico e Hidrológico Nacional

NRT casi en tiempo real

Predicción numérica del tiempo de NWP

Estadísticas de salida de modelos mos

Microondas MW

Sistema de asimilación de datos oceánicos odas

Grupo abierto de área de programa sobre sistemas de observación integrados de la antigua Comisión de Sistemas Básicos del OPAG-IOS

Herramienta de análisis y examen de la capacidad del sistema de observación OSCAR

Experimentos sobre los sistemas de observación OSE

Persona de contacto del PoC

Plan PWPP para la Fase Preoperativa del WIGOS 2016–2019

Ocultación por radio RO

RRR Examen continuo de las necesidades

Centro Regional del WIGOS del RWC.

SC-MINT INFCOM Comité Permanente sobre Mediciones, Instrumentos y Trazabilidad

SC-ON Comité Permanente del INFCOM sobre Sistemas de Observación de la Tierra y Redes de Vigilancia

ODS Objetivo de Desarrollo Sostenible de la ONU

SERCOM Comisión de Aplicaciones y Servicios Meteorológicos, Climáticos, Hidrológicos y Medioambientales Conexos de la OMM

SG-DIP Grupo de Estudio INFCOM sobre Cuestiones y Políticas de Datos

Concentración de SIC SEA-ICE

Pequeños Estados insulares en desarrollo

Espesor del hielo marino SIT

Anomalía del nivel del mar del SLA

Servicio de Financiamiento de Observaciones Sistemáticas SOFF

Declaración de orientaciones de SoG

SOP Período de observación especial

Temperatura de la superficie del mar de la SST

Predicciones subestacionales a más largas de SSLP

SWE Snow Water equivalent (el contenido de agua obtenido de la fusión de la nieve acumulada)

TAMDAR Reporte de Datos Meteorológicos Aerotransportados Troposféricos

Nivel de preparación técnica de TRL

Sistema de aeronave sin tripulación UAS

Predicción a muy corto plazo de VSRF

Sistema Mundial de Predicción de Área WAFS

Sistema de Control de la Calidad de los Datos del WIGOS del WDQMS

SISTEMA de observación hidrológica de la OMM

Programa AMDAR colaborativo entre la OMM y la IATA

WIGOS - Sistema Mundial Integrado de Sistemas de Observación de la OMM

Recursos de información del WIR WIGOS

SIO Sistema de información de la OMM

WUDAPT Base de Datos Urbana Mundial y Herramientas del Portal de Acceso

VIGILANCIA METEOROLÓGICA Mundial de la VMM

Año de la predicción polar de YOPP

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. El Plan Estratégico 2020–2023 de la OMM introduce el enfoque del Sistema Tierra de la OMM, según el cual el principal impulsor de la aplicación de los elementos centrales de la formulación de políticas y la adopción de medidas a nivel nacional e internacional, como la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, el Acuerdo de París sobre el Cambio Climático y el Marco de Sendái para la Reducción del Riesgo de Desastres, exigirá cada vez más información y servicios prácticos, accesibles y autorizados sobre los cambios en los estados de todo el Sistema Tierra. En ese contexto, la Tierra se considera un sistema integrado formado por la atmósfera, el océano, la criosfera, la hidrosfera, la biosfera y la geosfera, que fundamenta los procesos de adopción de decisiones y formulación de políticas a partir de una mejor comprensión de las interacciones físicas, químicas, biológicas y humanas que determinan los estados pasado, presente y futuro de la Tierra. [↑](#footnote-ref-2)
2. fundacional con el significado de NWP global que proporciona productos a otras aplicaciones de la OMM, lo que permite a los Miembros de la OMM abordar una amplia variedad de beneficios socioeconómicos. [↑](#footnote-ref-3)
3. Estos factores clave se han identificado como clave para este documento durante una reunión de JET-EOSDE, esta no es una lista exhaustiva. [↑](#footnote-ref-4)
4. Puede encontrarse información detallada sobre los programas e instrumentos satelitales en https://space.oscar.wmo.int/spacecapabilities [↑](#footnote-ref-5)
5. Incluidas las obligaciones especificadas en el [*Acuerdo de París concertado en virtud de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático* (2015)](https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement) y el [*Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono* (1985)](https://ozone.unep.org/treaties/vienna-convention/vienna-convention-protection-ozone-layer). [↑](#footnote-ref-6)
6. OMM (Organización Meteorológica Mundial), Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2018, Global Ozone Research and Monitoring Project-Report No. 58, 588 pp. Ginebra, Suiza, 2018. [↑](#footnote-ref-7)
7. Shaddick, G.; Salter, J.M.; Peuch, V.-H.; Ruggeri, G.; Thomas, M.L.; Mudu, P.; Tarasova, O.; Baklanov, A.; Gumy, S. Calidad del aire: Enfoque interdisciplinario de la evaluación de la exposición para el análisis de la carga de morbilidad. Atmósfera **2021**, 12, 48. https://doi.org/10.3390/atmos12010048 [↑](#footnote-ref-8)
8. Maas, R., P. Grennfelt (eds.), 2016. Hacia un aire más limpio. Informe de Evaluación Científica de 2016. EMEP, Grupo directivo y Grupo de trabajo sobre los efectos del Convenio sobre la contaminación atmosférica trasfronteriza a gran distancia, Oslo. xx+50pp. [↑](#footnote-ref-9)
9. Hock Regine, Hutchings Jennifer K., Lehning Michael: Grandes Desafíos en Ciencias Criosféricas: Hacia una mejor previsibilidad de los glaciares, la nieve y el hielo marino; Frontiers in Earth Science, Vol 5, 2017, 64 páginas, <https://doi.org/10.3389/feart.2017.00064> [↑](#footnote-ref-10)
10. https://old.wmo.int/extranet/pages/prog/www/WIGOS-WIS/reports/6NWP\_Shanghai2016/WMO6-Impact-workshop\_Shanghai-May2016.html [↑](#footnote-ref-11)
11. En el momento de redactar el presente informe, las disposiciones sobre los GBON todavía no estaban en vigor, aunque ya se alentaba a los Miembros a que hicieran que las estaciones de observación existentes cumplieran el Reglamento Técnico de los GBON, en particular en lo que respecta a la disponibilidad de datos y a la presentación más frecuente de datos. Las disposiciones de GBON entrarán en vigor el 1 de enero de 2023. [↑](#footnote-ref-12)
12. Estudio del Banco Mundial y la OMM sobre el valor de los datos de observación meteorológica basados en la superficie (véase [el enlace](https://wmoomm.sharepoint.com/sites/wmocpdb/eve_group/Forms/AllItems.aspx?id=%2Fsites%2Fwmocpdb%2Feve%5Fgroup%2FJoint%20Expert%20Team%20on%20Earth%20Observing%20System%20Design%20and%20Evolution%20%28JET%2DEOSDE%29%5F5d83ed17%2Ddde6%2Dea11%2Da817%2D000d3a25bdee%2FGroup%20Members%2FThe%2DValue%2Dof%2DSurface%2Dbased%2DMeteorological%2DObservation%2Data%2De%2Epdf&parent=%2Fsites%2Fsites%2Fwmocbd%2Feve%5Fgroup%2Foint%20Teampert%20Team%20Serving%20Ebsand%20Sign%20De%2Deurope%2Deteorological%2DeObservation%2De%2Data%2De%2Dp3a%2De%2De8bde%2De%2De%2De%2Dex%2De%2De%2De%2De%2De%2De%2De%2De%2De%2De%2De%2De%2De%2De%2De%2De%2De%2De%2De%2De%2De%2De%2De%2De%2De%20originalPath=aHR0cHM6Ly93bW9vbW0uc2hhcmVwb2ludC5jb20vOmI6L3Mvd21vY3BkYi9FYkV2ZTFhRWxXZEtrYW13elBScWtoOEJQdU9ZaXhwTG5uclFqeVdRNmI4bWdnP3J0aW1lPUZVM2Jld01FMlVn)) [↑](#footnote-ref-13)
13. Beneficios socioeconómicos y medioambientales potenciales y beneficiarios de los perfiles atmosféricos de UAS de 3D Mesonet en: El tiempo, el clima y la sociedad Volumen 13 Edición 2 (2021) (ametsoc.org [↑](#footnote-ref-14)
14. Observaciones del experimento de detección de peligros con tecnología no tripulada operativa (SCREUT) de la NOAA y los impactos de los pronósticos en: Boletín de la Sociedad Meteorológica Americana Volumen 101 Número 7 (2020) (ametsoc.org) [↑](#footnote-ref-15)
15. Lars Peter Riishojgaard: Impacto de las restricciones del Covid-19 en las observaciones y el seguimiento, Boletín 69(2) de la OMM, 2020 [↑](#footnote-ref-16)
16. Emma Heslop et al; impacto del Covid-19 en el sistema de observación del océano y nuestra capacidad para pronosticar el clima y predecir el cambio climático, nota informativa del GOOS, junio de 2020 [↑](#footnote-ref-17)
17. Las estaciones de la Red de Observación en Superficie del SMOC (GSN) y de GUAN forman parte de la RBON (Red Regional de Observación Básica) [↑](#footnote-ref-18)
18. véase <http://amma-international.org/> [↑](#footnote-ref-19)
19. véase WMO-TD No 1378 en: <https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=4545> [↑](#footnote-ref-20)
20. Se indican entre corchetes estas variables, que deben comunicarse siempre que se disponga de las observaciones. [↑](#footnote-ref-21)
21. Cabe destacar que en este documento “entorno urbano” se refiere a las características físicas de la ciudad, la distribución de los edificios, el espacio verde y azul, la densidad y alturas de los edificios, la permeabilidad de las superficies, etc. mientras que “servicios ambientales” se refiere a la calidad del aire y el agua, la ecología, la biota de la ciudad. [↑](#footnote-ref-22)