



Distr. general
29 de julio de 2021

Español
Original: inglés



Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

Conferencia de las Partes en el Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono 12ª reunión (parte II)

En línea, 23 a 28 de octubre de 2021

Tema 4 a) del programa provisional de la serie de
sesiones preparatorias*

Cuestiones relativas al Convenio de Viena: informe de la 11ª reunión de los Administradores de Investigaciones sobre el Ozono de las Partes en el Convenio de Viena

Recomendaciones de los Administradores de Investigaciones sobre el Ozono de las Partes en el Convenio de Viena en su 11ª reunión

Nota de la Secretaría

1. La segunda parte de la 11ª reunión de los Administradores de Investigaciones sobre el Ozono de las Partes en el Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono se celebró en línea del 19 al 23 de julio de 2021¹. En esa reunión, los Administradores de Investigaciones sobre el Ozono formularon varias recomendaciones, que se dividen en las cinco categorías siguientes:

- 1) Necesidades de investigación;
- 2) Observaciones sistemáticas;
- 3) Deficiencias en la cobertura mundial de la vigilancia en la atmósfera de sustancias controladas y opciones para mejorar esa vigilancia
- 4) Archivo y gestión de datos;
- 5) Creación de capacidad.

2. Las recomendaciones aparecen recogidas en el anexo de la presente nota, tras una ligera revisión editorial por la Secretaría del Ozono. Son pertinentes para las deliberaciones sobre el estado del fondo fiduciario general para financiar las actividades de investigación y observaciones sistemáticas de interés para el Convenio de Viena, que tendrán lugar durante la 12ª reunión de la Conferencia de las Partes en el Convenio de Viena (parte II) en relación con el tema 4 b)². El informe completo de los Administradores de Investigaciones sobre el Ozono también estará a disposición de la Conferencia de las Partes como documento de antecedentes.

* UNEP/OzL.Conv.12(II)/1-UNEP/OzL.Pro.33/1.

¹ La primera parte de la 11ª reunión de los Administradores de Investigaciones sobre el Ozono se celebró en octubre de 2020 y únicamente se trataron cuestiones relacionadas con las deficiencias en la cobertura mundial de la vigilancia atmosférica de sustancias controladas.

² La parte I de la 12ª reunión de la Conferencia de las Partes se celebró en noviembre de 2020 y se dedicó por entero al examen del presupuesto del fondo fiduciario del Convenio de Viena para 2020 y 2021.

Anexo

Recomendaciones de los Administradores de Investigaciones sobre el Ozono en su 11ª reunión

I. Necesidades de investigación

1. Las mediciones del ozono y de las sustancias que agotan el ozono (SAO) y sus sustitutos siguen siendo la piedra angular de la investigación sobre el ozono estratosférico. Estas mediciones son necesarias para supervisar el éxito del Protocolo de Montreal relativo a las Sustancias que Agotan la Capa de Ozono, para evaluar nuevas influencias y para permitir estudios basados en procesos sobre la evolución del ozono en un clima cambiante. Los conocimientos obtenidos a partir de las mediciones y los estudios basados en procesos son cruciales para la creación de modelos atmosféricos, que son las herramientas principales para investigar futuros escenarios relativos al ozono estratosférico.

Principales recomendaciones sobre las necesidades de investigación derivadas de la 11ª reunión de los Administradores de Investigaciones sobre el Ozono

2. Los delegados de la 11ª reunión de los Administradores de Investigaciones sobre el Ozono siguen respaldando las recomendaciones generales sobre las necesidades de investigación formuladas por los delegados de la décima reunión de los Administradores de Investigaciones sobre el Ozono. Los delegados de la 11ª reunión de los Administradores de Investigaciones sobre el Ozono siguen respaldando las recomendaciones generales sobre las necesidades de investigación formuladas por los delegados de la décima reunión de los Administradores de investigaciones sobre el Ozono, que abarcan a) las interacciones entre la química y el clima y la vigilancia del Protocolo de Montreal; b) los procesos que influyen en la evolución de la estratosfera y los vínculos con el clima; y c) los cambios en la radiación ultravioleta (UV) y otros efectos de los cambios en las SAO. A continuación, los delegados destacan un subconjunto de temas en los que hay que centrarse especialmente como prioridades de investigación para los próximos tres años. Los delegados señalan que estos temas se tratarán en profundidad en la *Evaluación científica del agotamiento del ozono: 2022*, cuya publicación están preparando el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Organización Meteorológica Mundial (OMM).

1. Mejorar el conocimiento de las emisiones mundiales de sustancias que agotan la capa de ozono y gases afines

- a) La reciente investigación sobre las inesperadas emisiones de triclorofluorometano (CFC-11) pone de manifiesto el valor de mejorar las estimaciones de las emisiones de SAO a nivel mundial. Este objetivo debería alcanzarse mediante i) la ampliación de la capacidad de medición de las emisiones descendentes para abarcar un espacio mucho mayor de superficie terrestre y ii) el perfeccionamiento de las estimaciones de emisiones ascendentes a nivel mundial y regional junto con la mejora de la información sobre su producción. El uso combinado de ambas medidas aportará mejoras sinérgicas sustanciales a la calidad de las estimaciones de las emisiones de las SAO y de sus sustitutos.
- b) Una fracción cada vez mayor de la cantidad total de las SAO en la atmósfera procede de las SAO de vida más corta, tanto de origen antropógeno como natural. La vigilancia y la comprensión de las emisiones de estas sustancias a la atmósfera proporcionarán información fundamental para cualquier estrategia de control con la que limitar las concentraciones de SAO en el futuro.

2. Hidrofluorocarbonos

- a) Las concentraciones de hidrofluorocarbonos (HFC) siguen aumentando en la atmósfera. La Enmienda de Kigali al Protocolo de Montreal limita la producción y la utilización de muchos de los HFC, y contribuye así a proteger el sistema climático. La supervisión del éxito de la Enmienda de Kigali implica vigilar la evolución de las concentraciones de HFC en la atmósfera. La obtención de una buena cobertura geográfica de mediciones sistemáticas y de alta calidad resulta esencial para poder inferir información regional y por sectores sobre las emisiones.
- b) Los efectos climáticos de los HFC requieren más investigación y evaluación, que se coordinará estrechamente con los estudios realizados sobre otros factores de forzamiento climático

distintos del dióxido de carbono (por ejemplo, el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O)), todos los cuales afectarán a la estratosfera en el futuro.

3. Conexión entre el ozono estratosférico y el clima

- a) Ha quedado bien establecido que la evolución de la capa de ozono estratosférico en el futuro dependerá no solo de la disminución de las concentraciones de SAO, sino también de cómo el clima afectará a las temperaturas y la circulación estratosféricas. Mientras que los modelos predicen un fortalecimiento de la circulación estratosférica de retorno (la circulación Brewer-Dobson) debido al aumento de las concentraciones de gases de efecto invernadero (GEI), es necesario emprender investigaciones (incluyendo estudios con datos de trazadores) para demostrar esas predicciones. También es necesario entender el reciente e inusual comportamiento de la oscilación cuasibienal. Es preciso realizar nuevas investigaciones en las que se combinen modelos sobre la interacción entre la química y el clima más avanzados y registros de datos de calidad a alturas determinadas. Con ello se explicarán cambios pretéritos y se obtendrá una mejor comprensión de las previsiones futuras sobre la composición y el clima, así como una base más firme para esas previsiones.
- b) Una investigación que perfeccione nuestra comprensión de la variabilidad interanual y a largo plazo de la pérdida y el transporte de los gases de larga vida permitirá realizar una estimación más precisa de las emisiones mundiales en esas mismas escalas.
- c) Los estudios regionales sobre los procesos del ozono estratosférico siguen siendo cruciales. Los trópicos son una zona clave para las interacciones entre la química y el clima, como se destaca en el informe de la décima reunión de los Administradores de Investigaciones sobre el Ozono¹. Las alteraciones de la capa de ozono en los trópicos en el futuro dependerán del cambio climático y provocarán cambios en la circulación tropical y la temperatura de la tropopausa, así como en la química de la troposfera. Del mismo modo, los cambios recientes en la estratosfera del Antártico y del Ártico pueden reflejar las interacciones entre la composición y el clima. Comprender la evolución en el Ártico es un reto fundamental. Las investigaciones futuras deberán centrarse en comprender el papel del cambio climático en la evolución del ozono estratosférico polar. Podrían definirse otros focos regionales, como la variabilidad de la capa de ozono asociada a las circulaciones monzónicas o las regiones montañosas de Asia Central y el Himalaya.

4. Aviación, cohetes e intervención climática

- a) En el futuro se prevén cambios en las cantidades y la distribución de ciertos gases traza y en la abundancia y la composición de las partículas de aerosol en la estratosfera. Estos cambios pueden estar provocados por diversas fuentes y procesos. Entre las fuentes naturales figuran las emisiones de las regiones oceánicas y costeras, las erupciones volcánicas explosivas y los incendios intensos. Las fuentes antropógenas son, en particular, las emisiones de los aviones supersónicos de transporte civil y los lanzamientos de cohetes. Cabe esperar que los cohetes se lancen cada vez con mayor frecuencia y con diversos sistemas de propulsión.
- b) En las principales propuestas de intervención climática (también conocida como geoingeniería), se inyectan aerosoles o precursores de aerosoles en la estratosfera para aumentar la reflectividad de la Tierra (albedo) y reducir así la absorción de energía solar y el forzamiento climático.
- c) Es probable que el aumento de la abundancia de aerosoles y las reacciones asociadas sobre las partículas o en el interior de ellas potencien el agotamiento mundial del ozono a través de procesos similares a los que conducen al agotamiento del ozono polar.

II. Observaciones sistemáticas

3. Las ponencias científicas presentadas en la 11ª reunión de Administradores de Investigaciones sobre el Ozono y los informes nacionales subrayan el hecho de que las observaciones sistemáticas de la composición atmosférica siguen siendo decisivas para comprender y vigilar los cambios a largo plazo en la capa de ozono, así como los cambios en la composición de la atmósfera, la circulación y el clima. Para poder verificar el esperado proceso de recuperación del ozono de los efectos de las SAO y comprender las interacciones con un clima en constante cambio, en los próximos decenios será preciso

¹ <https://ozone.unep.org/meetings/10th-meeting-ozone-research-managers/report-and-recommendations>.

seguir realizando observaciones de los principales gases traza, de la radiación ultravioleta y de los parámetros que caracterizan la función de los procesos químicos, radiativos y dinámicos.

4. Las observaciones mundiales han mostrado un descenso constante de la abundancia de SAO que comenzó poco después de que se negociase el Protocolo de Montreal; sin embargo, las observaciones de superficie indicaron un aumento inesperado de las emisiones de la SAO totalmente controlada CFC-11 después de 2012. Las redes de vigilancia mundial (la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA) y el Experimento Mundial Avanzado sobre Gases Atmosféricos (AGAGE)) relacionaron este aumento de las emisiones de CFC-11 con fuentes inesperadas en el este de China. Al parecer, los esfuerzos de las Partes en el Protocolo de Montreal condujeron a una reducción significativa de los niveles de emisión de CFC-11 para 2019. Este asunto de las emisiones de CFC-11 puso de manifiesto la carencia de estaciones necesarias para determinar las emisiones regionales.

5. Las observaciones también muestran que la capa de ozono se está recuperando a un ritmo de un tercio de la tasa de disminución observada antes de la intervención del Protocolo de Montreal. Nos encontramos en un período en el que aún no se aprecia inequívocamente la respuesta a la disminución de las SAO, y es además un período en el que gases distintos de las SAO (especialmente CO₂, N₂O, CH₄ y H₂O) influyen también en los cambios en el ozono estratosférico a escala mundial. Las futuras emisiones de estos gases, que no están controlados en el marco del Protocolo de Montreal, son bastante inciertas. Sus consecuencias son complejas y están interconectadas, e influyen tanto en el clima como en la química de la estratosfera. Por lo tanto, es esencial mantener una vigilancia firme a largo plazo durante este período a medida que nos acercamos a la recuperación de la capa de ozono que se espera hacia finales de este siglo.

6. La vigilancia debe también ampliarse para incluir nuevas especies y parámetros importantes (como los sustitutos emergentes de las SAO, los productos químicos halogenados de vida corta y los trazadores de circulación). Entre las regiones clave para las mediciones se cuentan la alta troposfera-baja estratosfera y las regiones de intercambio entre la estratosfera y la troposfera en áreas extratropicales como la región de circulación de los monzones, así como los casquetes polares y la alta estratosfera.

7. Existe una creciente preocupación por el fin de la vida útil de los satélites (por ejemplo, el sistema de Sondeo por microondas del limbo (MLS) del satélite Aura) que han estado rastreando algunos de los perfiles de alta resolución de las SAO, las especies traza y el vapor de agua. No hay planes inmediatos para sustituir los instrumentos satelitales de alta resolución para el sondeo del limbo. Por lo tanto, el vacío deberá llenarse mediante el uso intensivo de las observaciones en tierra; sin embargo, los instrumentos satelitales, tanto actuales como nuevos, continuarán realizando las observaciones del ozono con muestreos verticales y espaciales de alta resolución.

A. Principales logros de las observaciones sistemáticas desde la décima reunión de los Administradores de Investigaciones sobre el Ozono

- 1) A pesar de algunas dificultades, en los últimos años se han seguido realizando con éxito mediciones terrestres y espaciales del ozono, los gases traza principales, la temperatura y los aerosoles estratosféricos. El fondo fiduciario general para financiar las actividades de investigación y observaciones sistemáticas de interés para el Convenio de Viena (VCTF) ha desempeñado un papel importante en la prestación de apoyo, especialmente a las redes terrestres de observación mundial, entre otras cosas realizando intercomparaciones, renovando y enviando los espectrofotómetros Dobson disponibles y habilitando ozonondas, al tiempo que se ha fomentado el desarrollo y la validación de otros instrumentos; no obstante, diversas actividades, como las campañas de calibración e intercomparación, se vieron gravemente afectadas por las restricciones impuestas a causa de la situación de pandemia de enfermedad por coronavirus (COVID-19). Además, la escasa financiación del VCTF ha obstaculizado en gran medida la realización de algunas actividades importantes y necesarias. Esta limitación también ha tenido un impacto negativo en la creación de capacidades en las Partes que operan al amparo del párrafo 1 del artículo 5 del Protocolo de Montreal (Partes que operan al amparo del artículo 5 o países en desarrollo) y en los países con economías en transición (véase la sección "Creación de capacidad").
- 2) El componente del conjunto de instrumentos de trazado de perfil y representación de la distribución del ozono (OMPS) que realiza la observación del limbo a bordo de la actual plataforma Suomi NPP (National Polar-orbiting Partnership), y la continuación prevista de la segunda plataforma JPSS-2 (Joint Polar Satellite System); la instalación, actualmente en marcha, del instrumento de medición en modo de ocultación solar SAGE III (Experimento

sobre aerosoles y gases estratosféricos) a bordo de la Estación Espacial Internacional (EEI); y la misión prevista del satélite ALTIUS (Atmospheric Limb Tracker for the Investigation of the Upcoming Stratosphere) han reducido la inminente carencia de los instrumentos de sondeo del limbo atmosférico para el ozono, los aerosoles y el vapor de agua; sin embargo, como se indica en las siguientes recomendaciones fundamentales, se prevé que con respecto a otros gases importantes habrá una grave deficiencia de capacidades de medición del limbo atmosférico.

- 3) Algunos instrumentos Dobson y Brewer han sido reacondicionados e instalados en Partes que operan al amparo del artículo 5; no obstante, algunos todavía no funcionan a pleno rendimiento. Un mayor apoyo, por ejemplo a través del VCTF, podría remediarlo.
- 4) Ha sido posible acordar nuevas secciones eficaces de absorción del ozono en la radiación ultravioleta, y estas se utilizan ahora en la mayoría de las aplicaciones. Varias publicaciones recientes han demostrado que las principales diferencias entre las mediciones con los instrumentos Dobson y Brewer se pueden superar al aplicar las nuevas secciones eficaces de absorción del ozono y las correcciones de temperatura. Con ello se obtiene la homogeneización de los registros Dobson y Brewer.
- 5) Se han logrado avances sustanciales en la comprensión y la mejora de los registros históricos de las ozonondas en el marco de la actividad de evaluación de la calidad de los datos de las ozonondas (O3S-DQA). El informe ASOPOS (Assessment of Standard Operating Procedures for Ozone Sondes) 2.0: Updated Guidelines for Global Ozone Sonde Operations está siendo finalizado y será publicado por la OMM en 2021.
- 6) Se han reevaluado y uniformizado los registros mundiales de aerosoles estratosféricos, y el instrumento SAGE III/ISS, recientemente instalado, ha demostrado su capacidad para seguir realizando las observaciones mundiales de los aerosoles volcánicos y del impacto de los incendios en la estratosfera. Además, las observaciones del perfilador del limbo OMPS aportan información sobre la distribución vertical de los aerosoles; no obstante, existen incertidumbres asociadas a la exactitud del registro de la altitud. En combinación con otra información satelital, el perfilador del limbo OMPS puede detectar los aerosoles producidos por el fuego en la alta troposfera-baja estratosfera (trabajo en curso). El TROPOMI (Tropospheric Monitoring Instrument) tiene la capacidad para detectar los aerosoles procedentes de los incendios y determinar la altura máxima de elevación de los mismos. El sondeo por microondas del limbo permitió detectar trazadores de fuego en la alta troposfera-baja estratosfera.
- 7) Se han hecho progresos en la presentación oportuna de datos sobre el ozono e informaciones conexas por parte de las estaciones basadas en tierra, así como en el uso de esos datos para la validación de servicios, tales como el Servicio de Vigilancia Atmosférica de Copernicus (SVAC), y en la validación satelital. Estas actividades estuvieron acompañadas por una mejor caracterización de las incertidumbres en todas las fuentes de datos, así como por la mejora de las prácticas y las normas, y se han traducido en una mejora de la calidad de los datos (ASOPOS 2.0; la campaña del experimento de comparación de las sondas del ozono realizado en Jülich (JOSIE) y las publicaciones correspondientes; los datos de entrega rápida de la Red para la detección de cambios en la composición de la atmósfera (NDACC) a Copernicus; la infraestructura de investigación de aerosoles, nubes y gases traza (ACTRIS); los análisis de caracterización de errores de la red europea de espectrofotómetros Brewer (EUBREWNET); el enlace de los datos de EUBREWNET con el Centro Mundial de Datos sobre el Ozono y la Radiación Ultravioleta (WOUDC); el WOUDC; la red de ozonondas adicionales del hemisferio sur (SHADOZ); y los enlaces con la NDACC). Se alienta a continuar avanzando en esas direcciones.
- 8) Se están probando tipos de instrumentos nuevos y más modernos y se están integrando en redes terrestres para participar en campañas de intercomparación con instrumentos establecidos como los Brewer. Algunos ejemplos son los nuevos instrumentos de espectroscopía de absorción óptica diferencial (DOAS), los espectrómetros para el ozono Pandora y Multi Axis-DOAS (MAX-DOAS), y los muestreadores Air-Core en pequeños globos para otros gases traza.
- 9) Se han logrado avances sustanciales en la evaluación y la mejora de la calidad de los registros de datos a largo plazo de perfiles del ozono obtenidos de satélites. Para ello han sido clave las comparaciones de todas las fuentes de datos existentes, al igual que las considerables mejoras en la combinación de los registros de diferentes instrumentos individuales. Actualmente se dispone de varios registros mejorados, pese a lo cual todavía es necesaria una evaluación exhaustiva de todas las fuentes de incertidumbre para esos registros a largo plazo. Se están realizando actividades en este sentido, por ejemplo, la actividad conjunta LOTUS (Long-term

- Ozone Trends and Uncertainties in the Stratosphere) del sistema de Vigilancia de la Atmósfera Global y el programa Procesos Estratosféricos y su función en el Clima (VAG/SPARC) y el proyecto TUNER (Towards Unified Error Reporting) de SPARC.
- 10) Es importante señalar la disminución constante de las observaciones del perfil del ozono mediante ozonosondas desde el informe de la décima reunión de los Administradores de Investigaciones sobre el Ozono. Esto es una señal de alarma sobre la disminución de la disponibilidad de las observaciones terrestres de alta resolución para la verificación de los satélites y los modelos y los análisis de tendencias.
 - 11) Las observaciones sobre el ozono revelaron deficiencias en los modelos de circulación general para captar la distribución geográfica del descenso del ozono en la baja estratosfera; esas deficiencias subrayan la necesidad de mejorar la comprensión de los procesos de la circulación Brewer Dobson y su representación en los modelos.

B. Principales recomendaciones sobre las observaciones sistemáticas derivadas de la 11ª reunión de los Administradores de Investigaciones sobre el Ozono

- 1) La 11ª reunión de los Administradores de Investigaciones sobre el Ozono recomienda aumentar la financiación del VCTF. Aumentar los recursos para las estaciones terrestres permanentes, especialmente para las estaciones que producen registros a largo plazo de ozono, gases traza y radiación ultravioleta. Estas observaciones aportan información fundamental a las Partes en el Protocolo de Montreal para garantizar la continuidad de la recuperación del ozono y minimizar el cambio climático asociado. La reducción constante del número de estaciones, principalmente en los trópicos y el hemisferio sur, entre ellas las dedicadas a la medición de perfiles, pone en peligro la vigilancia independiente de las tendencias y la detección de acontecimientos inesperados, así como nuestra capacidad para validar registros de datos obtenidos por satélite. Es necesario que las Partes y la VAG de la OMM alienten especialmente a los organismos científicos nacionales, a los organismos meteorológicos y a otras instituciones a que garanticen la continuidad de las mediciones de alta calidad. Además, es necesario el apoyo del VCTF.
- 2) Restablecer y ampliar la vigilancia regular y a largo plazo en los casos en que las necesidades científicas estén claramente identificadas. Las regiones clave son aquellas en las que se produce el intercambio entre la troposfera y la estratosfera, como la región de los monzones, Asia Sudoriental, el continente marítimo y las regiones montañosas (los Andes, el Himalaya y Asia Central). Las mediciones de ozono y radiación ultravioleta también deberían concentrarse en las zonas con escasez de datos, como América del Sur, África y Asia, y en la región intertropical, para detectar con precisión los cambios de la circulación Brewer Dobson y otros fenómenos de transporte (véanse las recomendaciones específicas en los puntos de la sección “Necesidades de investigación”).
- 3) Continuar con la puesta en funcionamiento de instrumentos nuevos y rentables para armonizar las redes de vigilancia mundial del ozono y de los gases traza, así como el procesamiento normalizado de datos. Algunos ejemplos son EUBREWNET, Pandora, DOAS / Système d'Analyse par Observations Zénithales (SAOZ), Air-Core, ozonosondas, etc. Los socios mundiales deberían apoyar las iniciativas regionales actuales de armonización. Además, la 11ª reunión de los Administradores de Investigaciones sobre el Ozono recomienda que se aliente a los organismos nacionales de los países que no son Partes en el artículo 5 (países desarrollados) a donar los instrumentos “retirados” para que el VCTF los renueve y los redistribuya a las Partes que operan al amparo del artículo 5 y a los países con economías en transición.
- 4) Continuar con las observaciones de las emisiones en el limbo y las observaciones de ocultación solar en el infrarrojo desde el espacio. Esto es necesario para delinear los perfiles verticales mundiales de muchos gases traza relacionados con el ozono y el clima. Sin esas observaciones, los datos asimilados y los servicios conexos que se ofrecen a los encargados de la formulación de políticas se resienten, se obstaculiza la detección e interpretación de cambios en la circulación atmosférica y no se entienden cumplidamente sucesos como el grave agotamiento del ozono en el Ártico de 2011 y 2020.
- 5) Continuar con las variables para evaluar los importantes vínculos entre los cambios en el ozono, el clima y el transporte atmosférico, y la circulación a gran escala, y aumentar esas variables cuando sea necesario. En particular, los cambios esperados en la circulación Brewer Dobson meridional mundial y sucesos como la alteración de la oscilación cuasibienal requieren perfiles apropiados de temperatura, vientos y gases traza, especialmente de

trazadores dinámicos como el N₂O y el SF₆, así como de ozono, aerosoles y vapor de agua. Las observaciones son especialmente necesarias para el análisis y la mejora de la circulación Brewer-Dobson a partir de los sistemas de asimilación de datos.

- 6) Intensificar los esfuerzos destinados a vigilar los perfiles verticales de los gases primarios, en particular el N₂O, el CH₄ y el vapor de agua, en la troposfera y la estratosfera para comprender las variaciones de los flujos y evaluar mejor sus efectos. A medida que disminuyen las concentraciones de la mayoría de SAO, otras cobran una importancia creciente, dados sus efectos sobre la capa de ozono y el cambio climático. A la luz de una probable ausencia de observaciones satelitales de estos gases, debe investigarse cómo las observaciones con globos (y las observaciones en tierra) pueden ayudar a suplir esa ausencia hasta la estratosfera media.
- 7) Observar los perfiles de concentraciones, las distribuciones de tamaño y la composición de los aerosoles estratosféricos. Son cruciales para realizar simulaciones adecuadas de la capa de ozono estratosférica. Es necesario vigilar los procesos naturales que contribuyen a la capa de Junge, junto con los volcanes y la piroconvección, y comprender su evolución.
- 8) Garantizar la fiabilidad de los datos a través de instalaciones de calibración y sistemas de garantía de calidad regionales y mundiales. Ello incluye el pleno respaldo a los programas de VAG de la OMM y su refrendo por las Partes en el Convenio de Viena, incluida la creación de un comité de gestores de datos en apoyo del WOUDC, que requiere la colaboración activa entre los proveedores de datos, los archivos de datos y los usuarios de datos.
- 9) Ejecutar la incorporación de nuevas secciones eficaces del ozono y nuevas correcciones de temperatura por parte de todas las redes terrestres establecidas. Para ello es necesario actualizar el software operativo, procesar los datos y versionarlos para su archivo. También requerirá tener en cuenta las temperaturas de la capa de ozono y recalcular los registros históricos para su archivo en el WOUDC bajo la dirección de los grupos de asesoramiento científico de la GAV de la OMM sobre la radiación UV y el ozono. Para avanzar, se necesita una gestión de datos que dirija la uniformización y el reprocesamiento de los mismos. El manual de funcionamiento de los instrumentos Dobson debe actualizarse a fondo y publicarse en la OMM.
- 10) Mejorar la vigilancia de las emisiones en curso para comprobar que se ajustan al Protocolo de Montreal en el caso de las SAO de larga duración y los HFC controlados en el marco del Protocolo, de modo que se pueda vigilar las emisiones en curso para comprobar el cumplimiento del Protocolo (véanse las recomendaciones específicas en los puntos del apartado “Deficiencias en la cobertura mundial de la vigilancia en la atmósfera de las sustancias controladas y opciones para mejorar esa vigilancia”).
- 11) Incluir las mediciones de las sustancias halogenadas de vida muy corta (SVMC) de interés para el Protocolo de Montreal (SVMC e hidrofluoroolefinas (HFO) y sus productos de degradación) en los programas de vigilancia de referencia a escala mundial y regional. Las observaciones sistemáticas deben incluir diferentes altitudes, ya que el transporte de las SVMC y sus productos de degradación halogenados a la estratosfera todavía no se mide con regularidad.

C. La 11ª reunión de los Administradores de Investigaciones sobre el Ozono recomienda la aplicación de las siguientes medidas en las observaciones, los análisis de datos y la gestión de los datos relacionados con el agotamiento de la capa de ozono

- 1) Garantizar y aumentar la financiación para las observaciones continuadas, los análisis y la gestión de los datos.
- 2) Continuar con los esfuerzos para apoyar las observaciones en curso y las nuevas relativas al ozono, los gases de efecto invernadero, las SAO, los HFC, las SVMC, los aerosoles, la composición química y los parámetros meteorológicos conexos a escala nacional y mundial, especialmente en las Partes que operan al amparo del artículo 5. Es necesario el apoyo del VCTF. Por ello, los delegados recomiendan aumentar la financiación del VCTF.
- 3) Es necesario el acceso libre a los datos procedentes de las observaciones (incluidos los metadatos y la información sobre la calibración) para poder comparar las redes y los análisis de los datos. Hay que prestar apoyo a las estaciones para que proporcionen esos datos.
- 4) Los análisis de datos son fundamentales para interpretar las observaciones, impulsar investigaciones futuras e informar a los responsables políticos.

- 5) Apoyar la gestión a largo plazo de los datos archivados, lo que requiere una colaboración activa entre los proveedores de datos, los archivos de datos y los usuarios de datos.
- 6) Desarrollar herramientas y formatos comunes y un procesamiento centralizado para el envío de datos del ozono de forma casi inmediata a fin de mejorar las predicciones.
- 7) Fomentar el hermanamiento de las estaciones de observación de las Partes que operan al amparo del artículo 5 y de las que no operan al amparo del artículo 5 (véanse otras recomendaciones en el apartado “Creación de capacidad”).
- 8) Localizar fuentes de financiación adicionales para apoyar las iniciativas de calibración y uniformización de datos de las redes regionales (por ejemplo, la calibración de las sondas electroquímicas de Mast-Brewer de Sudamérica, el reprocesamiento de los registros de las ozonosondas de la India y las actualizaciones del software operativo).

III. Deficiencias en la cobertura mundial de la vigilancia en la atmósfera de las sustancias controladas y opciones para mejorar esa vigilancia

8. Durante la parte I de la 11ª reunión de los Administradores de Investigaciones sobre el Ozono, que se celebró en línea los días 7 y 8 de octubre de 2020, se presentó y comentó el borrador del libro blanco “Closing the Gaps in Top-Down Regional Emissions Quantification: Needs and Action Plan”, preparado en nombre del Grupo de Evaluación Científica tras extensas consultas entre un amplio abanico de miembros de la comunidad de investigación del ozono y los miembros del grupo de evaluación. Los detalles de la presentación y las deliberaciones que tuvieron lugar a continuación se incluyen, junto con más información contextual, en el informe de los Administradores de Investigaciones sobre el Ozono para la reunión (UNEP/OzL/Conv.ResMgr/11(I)/2).

9. En la presentación se expuso el panorama general de los métodos actuales de medición de la concentración en la atmósfera de las sustancias controladas por el Protocolo de Montreal y de determinación de las tasas de emisión regionales a partir de los datos atmosféricos, y se hizo hincapié en los métodos que han desempeñado un papel importante en los descubrimientos recientes y la cartografía de las emisiones inesperadas de CFC-11. Un componente clave del libro blanco es un mapa mundial donde se muestran las escasas regiones en las que las actuales estaciones de medición pueden cuantificar las emisiones a escala regional. Se presentaron los costes y los criterios para ampliar las observaciones en las estaciones que utilizan el muestreo con frascos e instrumentación *in situ* de alta frecuencia, así como los métodos para modelizar la sensibilidad de las emisiones regionales para posibles nuevos lugares de medición.

10. Los debates que siguieron en octubre de 2020 se centraron principalmente en la gama de métodos disponibles para el muestreo y la medición de esas sustancias en la atmósfera, así como en sus correspondientes ventajas e inconvenientes. Se recomendaron varias pequeñas correcciones al borrador del libro blanco, la más significativa de las cuales fue la inclusión de unidades de sensibilidad para los contornos de la “huella” modelada para las observaciones existentes en el mapa de sensibilidad regional. El documento se corrigió en consecuencia, y la versión final resultante (UNEP/OzL/Conv.ResMgr/11(II)/4) se publicó para su examen durante la parte II de la 11ª reunión de los Administradores de Investigaciones sobre el Ozono, que se celebró en línea del 19 al 23 de julio de 2021.

11. La presentación en la parte II de la 11ª reunión se centró en resumir el estado del libro blanco y los avances en la exploración de posibles lugares de medición mediante experimentos de simulación de sistemas de observación (OSSE). El Sr. Ray Weiss (Estados Unidos de América) presentó el primer tema, y el Sr. Ronald Prinn (Estados Unidos de América) se encargó del segundo. Se examinaron tres nuevas simulaciones OSSE que calculaban los mapas de sensibilidad en función de la estación del año y del fenómeno de El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) para posibles sitios sugeridos por varias Partes interesadas. Además, el Sr. Prinn presentó una nueva forma de predecir las regiones que podrían estar contribuyendo a las emisiones inesperadas mediante un método de aprendizaje automático basado en las actividades socioeconómicas. Este nuevo método se puede utilizar para ayudar a evaluar los posibles emplazamientos de las nuevas estaciones de medición con las que cubrir las carencias del sistema mundial de observación de las SAO. También presentó datos observacionales actualizados sobre las recientes reducciones de las emisiones de CFC-11 en China Oriental.

12. Durante el debate, el Sr. Stephen Montzka (Estados Unidos de América) planteó dos preguntas, a saber: 1) si había datos que las Partes pudiesen tener que ayudasen al Grupo de Evaluación Científica en sus deliberaciones sobre los emplazamientos óptimos para las nuevas

capacidades de observación; y 2) si las Partes podrían proporcionar información más detallada sobre los usos pasados, presentes y futuros potenciales de las sustancias controladas, incluidos los HFC. La segunda cuestión también surgió durante los debates de las recientes sesiones de la 43ª reunión del Grupo de Trabajo de Composición Abierta de las Partes en el Protocolo de Montreal, tras las presentaciones del Grupo de Evaluación Científica y del Grupo de Evaluación Tecnológica y Económica. El lanzamiento de iniciativas para ampliar la investigación de las emisiones de origen terrestre y la información sobre cuestiones como los bancos, las instalaciones de producción, el uso de los productos y la retirada de los equipos podría ayudar a perfeccionar la modelización de las expectativas de emisión del Grupo de Evaluación Tecnológica y Económica y a fundamentar el posicionamiento de las futuras estaciones de observación. Los Administradores de Investigaciones sobre el Ozono podrían fomentar el suministro de este tipo de información de las Partes (análisis en el país de los mercados pretéritos y futuros, consumo, ventas, vida útil de los aparatos, etc.). Esto mejoraría la labor del Grupo de Evaluación Científica y del Grupo de Evaluación Tecnológica y Económica en sus esfuerzos por detectar y cuantificar las carencias mediante la comparación de las emisiones de origen atmosférico con la modelización de las expectativas de emisión del Grupo de Evaluación Tecnológica y Económica. El Sr. Philip DeCola (Estados Unidos de América) y el Sr. A. Ravishankara (Estados Unidos de América) también describieron otras iniciativas para mejorar la cartografía de las emisiones de origen terrestre. El delegado de Finlandia sugirió que se diese prioridad a las observaciones y los emplazamientos en función de su importancia (por ejemplo, los “puntos calientes” previstos, las expectativas de emisiones ponderadas en función del potencial de agotamiento del ozono (PAO) y el potencial de calentamiento atmosférico (PCA), y las sustancias con tendencia a aumentar rápidamente). El delegado de Brasil planteó otros puntos sobre los costes de las estaciones y las fuentes de financiación, mientras que el delegado belga preguntó si las observaciones en columna podían utilizarse para estimar las emisiones. En respuesta al cálculo de costes, se señaló que el cálculo aproximado de costes se abordaba en el libro blanco, mientras que las fuentes de financiación quedaban fuera del ámbito de trabajo de los Administradores de Investigaciones sobre el Ozono. En la actualidad no es posible realizar estimaciones de las emisiones a escala regional a partir de las observaciones en columna, pero se está impulsando la investigación en ese sentido.

13. Sobre la base de la información y los debates anteriores, se propusieron y debatieron los proyectos de recomendaciones de los Administradores de Investigaciones sobre el Ozono, y tras el debate se aprobaron las recomendaciones finales.

Principales recomendaciones derivadas de la 11ª reunión de los Administradores de Investigaciones sobre el Ozono

14. Basándose en las deliberaciones sobre el libro blanco (UNEP/OzL/Conv.ResMgr/11(II)4), los Administradores de Investigaciones sobre el Ozono:

- a) Aprueban el libro blanco y lo remiten a las Partes en el Convenio de Viena y en el Protocolo de Montreal para su examen;
- b) Señalan que las actividades y metodologías expuestas en el libro blanco proporcionan una base sólida para abordar las carencias en la vigilancia de las sustancias controladas;
- c) Subrayan la importancia de la vigilancia continuada de las sustancias controladas (como las SAO y los HFC) y la necesidad de abordar las carencias en la detección temprana de las emisiones y sus fuentes;
- d) Destacan que subsanar las carencias en la vigilancia exige muchos recursos y se necesitaría una financiación considerable y sostenida;
- e) Señalan que la Secretaría del Ozono llevará a cabo un proyecto piloto con financiación de la Comisión Europea para aplicar algunas de las recomendaciones del libro blanco, que los Administradores de Investigaciones sobre el Ozono agradecen a la Unión Europea dicha financiación y que la existencia de recursos adicionales permitiría ampliar la iniciativa;
- f) Reconocen la importancia de las contribuciones de todos los programas mundiales y regionales de vigilancia de las sustancias controladas, e instan firmemente a que se mantenga ese apoyo mediante el intercambio y la integración eficaces entre programas, en particular en lo relativo a las normas de calibración, la accesibilidad de los datos y la creación de modelos de emisiones;
- g) Dan prioridad a la localización de los nuevos emplazamientos y a las sustancias químicas que deben medirse en función de las expectativas derivadas de la labor del Grupo de Evaluación Tecnológica y Económica, del Grupo de Evaluación Científica y de otros colaboradores en cuanto a dónde, qué y cuánto es probable que se emita en el futuro.

IV. Archivo y gestión de datos

A. Principales logros en el archivo y la gestión de datos desde la décima reunión de los Administradores de Investigaciones sobre el Ozono

- 1) En diversas redes de vigilancia, como EUBREWNET, se están creando o perfeccionando sistemas centrales de procesamiento de datos, para datos seleccionados del tipo NDACC y datos de Pandora en el marco de ACTRIS; el programa FRM4DOAS (Fiducial Reference Measurements for Ground-Based DOAS Air-Quality Observations) de la Agencia Espacial Europea (ESA); los proyectos MEaSURES (Making Earth System Data Records for Use in Research Environments) de la NASA para conjuntos de datos de satélite armonizados; y otros. Estos sistemas de procesamiento de datos garantizan el tratamiento armonizado de los datos y la garantía de calidad en todas las redes, la entrega de datos operativos y la capacidad de reprocesamiento con plena trazabilidad. Más centros de datos han puesto en marcha la opción de almacenar y proporcionar acceso a múltiples versiones de datos con total trazabilidad (por ejemplo, NDACC y EUBREWNET). Estas iniciativas deberían extenderse a más redes y a más variables observacionales objetivo. El WOUDC necesita recursos para el procesamiento central de datos. Un enfoque similar al utilizado en EUBREWNET sigue siendo deseable para la red Dobson.
 - Se ha observado que algunos investigadores principales han asignado recursos a título individual para digitalizar y reprocesar los datos históricos según los procedimientos actuales más avanzados, pero esta iniciativa sigue siendo limitada debido a la falta de recursos. El Servicio de Cambio Climático de Copernicus (C3S) ha destinado algunos recursos a la digitalización de datos meteorológicos históricos, pero no hemos visto una medida similar para los datos de ozono atmosférico y variables relacionadas.
- 2) Se ha avanzado en la mejora de la conexión entre los centros de datos. El WOUDC ha proporcionado conexiones con los centros de datos establecidos, como la base de datos europea sobre la radiación ultravioleta (EUVDB) y otros Centros Mundiales de Datos de la OMM, con búsquedas cruzadas entre los centros de datos. Los datos de SHADOZ se han formateado e introducido, y se ha creado la herramienta de código abierto pyshadoz. Los listados de archivos de NDACC y EUBREWNET están indexados en la búsqueda de datos del WOUDC, y los datos se pueden encontrar allí y descargar desde NDACC y EUBREWNET, respectivamente. Además, el WOUDC sigue promoviendo la interoperabilidad en apoyo del gobierno abierto, los datos abiertos y el software abierto, lo que se traduce en un mayor uso del centro de datos. Existe un proyecto de interoperabilidad de centros de datos que pretende federar varios centros de datos de observación de la Tierra para que compartir información entre centros y armonizar el intercambio de metadatos sin copiar los archivos de datos.
- 3) Los centros de datos han hecho avances en el aporte de datos en distintos formatos normalizados. El apoyo del WOUDC a las normas abiertas y a la interoperabilidad permite la descarga de datos de ozono/UV en múltiples formatos y representaciones (CSV, XML, JSON, etc.). Los metadatos de las estaciones también están disponibles en la norma sobre metadatos del Sistema Mundial Integrado de Sistemas de Observación de la OMM (WIGOS). El WOUDC obtiene la validación anual de los contactos de los contribuyentes, envía recordatorios de presentación de datos a los contribuyentes, responde a la presentación de datos (confirmación, informe de procesamiento de datos) y aporta correcciones sobre la calidad de los metadatos. Los formatos de datos también pueden funcionar en sentido contrario; la mayoría de los centros de datos quieren los datos de los proveedores en el formato del centro de datos y no en el del proveedor. Así, se avanza con la disponibilidad de herramientas de búsqueda, visualización e intercambio de datos como OpenAPI. A pesar de todo, sigue siendo difícil utilizar sinérgicamente los datos obtenidos de diferentes centros de datos, ya que se proporcionan en diferentes normas de datos (formato, metadatos).
 - El centro de datos EUBREWNET incluye datos de las campañas de intercalibración, pero son menos frecuentes los datos de otras actividades de (inter)calibración o campañas de medición. A efectos de la validación de los satélites Copernicus, se está elaborando un inventario de la ubicación y el carácter FAIR (localizable, accesible, interoperable, reutilizable y reproducible) de los conjuntos de datos de referencia, incluidos los datos de las campañas, que están disponibles en varios centros de datos para los datos de los satélites Sentinel.

Podría resultar útil una iniciativa similar que cubriese los datos de la investigación del ozono.

- 4) Se han hecho progresos en cuanto a garantizar la sostenibilidad a largo plazo de las bases de datos. Por ejemplo, la infraestructura de alojamiento de datos del NDACC se está trasladando de la NOAA al Centro de Investigaciones de Langley (LaRC) de la NASA. Los datos de la red de observación de la columna total del carbono (TCCON) se están trasladando del Centro de Análisis de la Información sobre el Dióxido de Carbono (CDIAC) al Laboratorio de retropropulsión. EUBREWNET cuenta con el apoyo de la AEMET (Agencia Estatal de Meteorología española) y está integrada en el Centro de Calibración Regional Brewer-Europa (RBCC-E). Dentro del Ministerio de Medio Ambiente y Cambio Climático del Canadá (ECCC), el WOUDC sigue siendo gestionado por el Servicio Meteorológico del Canadá (gestión de los datos y acceso a estos), en colaboración con la Subdivisión de Ciencia y Tecnología (experiencia científica / recomendaciones). Se está poniendo en marcha el WOUDC 2.0 para actualizar el sitio web y las interfaces de programación de aplicaciones. Habrá disponible una versión beta a finales de 2021 o principios de 2022. El archivo de datos a largo plazo debe ser una actividad continuada.
- 5) Se ha avanzado en la publicación de datos con un identificador digital de objetos (DOI) asociado. Los DOI de primer orden se aplican a los conjuntos de datos del WOUDC. El NDACC y otros centros de datos han aplicado la asignación de DOI y licencias de datos a sus conjuntos de datos. A raíz de la petición de los grupos de asesoramiento científico sobre el ozono y los rayos UV de la OMM de DOI basados en estaciones, el WOUDC está en conversaciones con el equipo de expertos sobre gestión de datos de la composición atmosférica (ET-ACDM) de la OMM.
- 6) La OMM está trabajando en una nueva política de datos para avanzar en el intercambio internacional de datos del sistema Tierra, incluidos los datos de vigilancia e investigación de la composición atmosférica. Hay interés en avanzar hacia una política de datos abiertos unificada; no obstante, la comunidad investigadora admite la necesidad de reconocer a los proveedores de datos.

B. Principales recomendaciones sobre el archivo y la gestión de datos derivadas de la 11ª reunión de los Administradores de Investigaciones sobre el Ozono

- 1) Los delegados subrayan de nuevo la recomendación relativa a la necesidad constante de crear procesos firmes de presentación automatizada de datos con planes centralizados y normalizados siempre que sea posible, así como sistemas de control de calidad, a fin de velar por la presentación puntual, o incluso casi inmediata, a los centros de datos apropiados. En particular, en la instalación de procesamiento debe incluirse toda la información necesaria para procesar y reprocesar los datos (por ejemplo, historiales de calibración). Es necesaria supervisión científica. Los centros de datos y los usuarios y proveedores de datos deberían tener fácil acceso a los datos y metadatos sobre paso de satélites, junto a herramientas con las que determinar ubicaciones con programas basados en observaciones terrestres y aéreas a fin de facilitar evaluaciones iniciales de calidad de manera casi inmediata. Del mismo modo, los datos de las estaciones terrestres deben ser fácilmente accesibles para los equipos que trabajan con satélites. Es preciso configurar las bases de datos de forma que puedan almacenar versiones múltiples con total trazabilidad.
- 2) Se alienta vivamente la gestión completa de los datos, incluidos los históricos. En particular, se deben gestionar todos los metadatos y los datos auxiliares. Es un esfuerzo redundante para los usuarios individuales gestionar los datos. Es importante que los centros de datos colaboren con los científicos para decidir lo que es necesario archivar. Debería formarse un grupo de trabajo para debatir cómo se puede poner en práctica la gestión de los datos. La decisión de quién dirigirá este grupo de trabajo podría dejarse en manos del ET-ACDM de la OMM. También se alude a este tema en las recomendaciones de “observaciones sistemáticas”.
- 3) Hay que abordar la necesidad urgente de asignar recursos para digitalizar y gestionar los datos históricos sobre el ozono y las especies conexas, así como para datos auxiliares (por ejemplo, los datos espectroscópicos de laboratorio, la información sobre la estación, etc.) cuando se disponga de ellos y antes de que se pierda la información y los conocimientos, con miras a su inserción en sistemas modernos de bases de datos. Se anima a las Partes a que pidan a sus organismos de investigación que digitalicen y controlen la calidad de los datos que han recogido y los pongan a disposición del público. Habría que hacer un llamamiento a las

estaciones para preguntarles si necesitan ayuda para digitalizar sus datos, con vistas a un hermanamiento.

- 4) Hay que continuar alentando a los proveedores de datos a que se atengan a las bases de datos existentes para evitar la proliferación de bases de datos y, especialmente, la pérdida de datos una vez que concluya una campaña o un proyecto de medición o (inter)calibración, y para permitir un posible procesamiento adicional de los datos.
- 5) Se debe aspirar a seguir mejorando la conexión entre los centros de datos. Ello exige que estos colaboren más y avancen en el intercambio de los metadatos y la interoperabilidad. Se debe alentar el uso de formatos abiertos y adaptados a los usuarios, y el acceso a los datos; deben revelarse los datos que no estén a disposición de la comunidad. Tal vez sea necesario establecer niveles diferentes de datos (nivel 0 a nivel 3; conjuntos de datos fusionados) para distintos usuarios. Deben continuar los esfuerzos para generar registros de datos homogéneos a largo plazo a partir de las fuentes de datos disponibles.
- 6) Los centros de datos deben estar en condiciones de proporcionar datos en distintos formatos normalizados. Debe ser responsabilidad de los centros de datos proporcionar herramientas para cambiar el formato de los datos, leerlos y verlos y, en lo posible, realizar controles de calidad inicial de los datos presentados mediante supervisión científica. Deben también establecerse claramente las restantes responsabilidades de los centros de datos. Los delegados recomiendan que el WOUDC inicie solicitudes a las estaciones Dobson para que recojan datos sin elaborar (por ejemplo, el valor N para los espectrofotómetros Dobson) con fines de archivo y reprocesamiento centralizado. El WOUDC recoge información de calibración de los centros de calibración de instrumentos Dobson para acompañar los datos de las estaciones.

Una decisión sobre un formato de datos y una norma de metadatos comunes facilitaría la explotación de los datos recogidos de diferentes centros de datos. Están surgiendo varias normas de datos comunes, como netCDF-CF o el modelo de datos común (CDM), que son utilizadas por varias comunidades de observación de la Tierra (por ejemplo, los proveedores de datos satelitales y la comunidad de modelización del clima) y van acompañadas por una serie de herramientas para extraer y visualizar los datos. Debería trabajarse en el marco de WIGOS o con la Junta de Metadatos de la GEOMS (Generic Earth Observation Metadata Standard) para definir una norma común y recomendar un criterio para las conversiones de formatos de datos. En un estudio reciente se determinó que los diversos formatos disponibles actualmente son lo mejor que podemos hacer, aunque tenemos que intentar hacerlo mejor. En respuesta a las peticiones de los usuarios, los centros de datos de la OMM deberían colaborar con otros centros de datos (por ejemplo, NDACC) para generar datos con un formato común.

- 7) La creación de portales de datos centrales (por ejemplo, en los Centros Mundiales de Datos) que proporcionen visibilidad y conexión con el conjunto de centros de datos existentes para los datos relacionados con la investigación del ozono aumentaría la posibilidad de hacer un uso sinérgico de todos los datos y, por tanto, incrementaría la eficacia y la valorización de las labores de adquisición de datos.
- 8) Los organismos de financiación deben seguir viendo en el archivo a largo plazo un elemento que, pese a consumir considerables recursos, resulta esencial para cualquier programa de medición o de elaboración de modelos. Deben tenerse en cuenta la gestión y la sucesión. Se debería prestar más apoyo a la conservación de datos a largo plazo. Por ejemplo, los Estados miembros de la Agencia Espacial Europea han avanzado en la prestación de apoyo al programa de conservación de datos a largo plazo de la Agencia. Hay que buscar soluciones para la sostenibilidad a largo plazo de las bases de datos (por ejemplo, CDIAC, EUBREWNET).
- 9) Los datos deben estar disponibles cumpliendo los principios FAIR. Para ello resulta útil la asignación de un DOI y una licencia de datos a los conjuntos de datos. Se debe alentar la publicación de datos con un DOI asociado (por ejemplo, en Pangaea o Earth System Science Data (ESSD)), de manera que se proporcionen datos a la comunidad científica y se brinde reconocimiento a los científicos y los organismos de financiación por facilitar esos datos. Esa también puede ser una buena solución para el archivo (incluida la trazabilidad) de modelos o de resultados de datos simples. Se recomienda una política de datos abiertos, pero con el requisito de dar el crédito apropiado al originador de los datos. Hay que encontrar la manera de garantizar que se concedan estos créditos, ya que a menudo se toman como un indicador clave del desempeño para los organismos de financiación.

- 10) Se debe apoyar de manera sostenible la existencia de archivos de datos centrales para los conjuntos de datos satelitales (como el Centro distribuido de archivos (DAAC) de la NASA) vinculados a través de un portal central (por ejemplo, el portal del Comité sobre Satélites de Observación de la Tierra (CEOS)). Los datos de paso de satélites y los subconjuntos que coinciden con las estaciones de la red terrestre deben estar fácilmente disponibles; por ejemplo, deberían mantenerse instalaciones como el Centro de Datos de Validación del satélite Aura (AVDC) y el Centro de Datos de Validación de la ESA (EVDC).
- 12) Las estaciones de vigilancia que utilicen espectrofotómetros Brewer u otros tipos de instrumentos de banda ancha o espectral deben adoptar medidas con miras a aumentar la tasa de presentación de datos sobre el índice ultravioleta al WOUDC. Resulta imperativo garantizar la calidad de estos datos, ya que su uso está directamente relacionado con los efectos de la radiación ultravioleta sobre la salud humana y los ecosistemas.

V. Creación de capacidad

15. Aun cuando la creación de capacidad para la vigilancia del ozono y la investigación en los países en desarrollo y los países con economías en transición emana de los compromisos generales consagrados en el Convenio de Viena, es de por sí un componente esencial para el éxito del Protocolo de Montreal.

16. La atmósfera cubre el planeta y no sabe de fronteras nacionales, por lo que se requieren mediciones que abarquen toda su superficie mundial para una adecuada comprensión científica del ozono. Para ser participantes de pleno derecho en el Protocolo de Montreal, todos los países deben participar en la comprensión científica, en continua expansión, y a escala mundial es necesario que todos los países contribuyan a las actividades de investigación, en particular en los próximos decenios. Cuando así suceda se dispondrá de expertos locales capaces de comunicarse con los encargados de la formulación de políticas regionales que además podrán hablar con autoridad sobre la importancia de cumplir con el Protocolo de Montreal.

17. Uno de los principales objetivos de la creación de capacidad es la mejora de las redes de vigilancia del ozono, como la de la VAG, y la creación de comunidades científicas locales que contribuyan a la ciencia del ozono mundial. Esto se puede lograr mediante asociaciones para el intercambio de conocimientos entre el mundo industrializado y los países en desarrollo. El rápido avance de la tecnología moderna de las comunicaciones abre nuevas posibilidades para establecer y llevar a cabo esas alianzas.

18. En el párrafo 3 de la decisión X/2 de la Conferencia de las Partes en el Convenio de Viena puede leerse: “Asignar prioridad a las actividades de creación de capacidad, en particular los proyectos específicos que deben recibir financiación con carácter prioritario con cargo al Fondo Fiduciario general para financiar actividades de investigación y observaciones sistemáticas de interés para el Convenio de Viena, relativos a la intercalibración de instrumentos, la capacitación de operadores de instrumentos y el número cada vez mayor de observaciones del ozono, especialmente como resultado de la reubicación de instrumentos Dobson disponibles”.

A. Principales logros de creación de capacidad desde la décima reunión de los Administradores de Investigaciones sobre el Ozono

1. Actividades completadas en el marco del fondo fiduciario general para financiar las actividades de investigación y observaciones sistemáticas de interés para el Convenio de Viena

Actividad 10: Campaña de intercomparación de instrumentos Dobson para África Septentrional, en El Arenosillo (España), del 4 al 15 de septiembre de 2017

Actividad 11: Taller de capacitación para operadores de sonda electroquímica de Mast-Brewer, en Sydney (Australia), del 4 al 9 de septiembre de 2017

Actividad 12: Propuesta de proyecto conjunto de la OMM y Vigilancia de la Atmósfera Global y las Ozonosondas Adicionales para el Hemisferio Sur: experimento de intercomparación de ozonosondas en Jülich, en Jülich (Alemania), del 9 al 20 de octubre y del 23 de octubre al 3 de noviembre de 2017.

Actividad 13a: Kenya: creación de capacidad en gestión de datos y calibración de instrumentos (parte 1), en Hradec Králové (Chequia); y Payerne, Zúrich y Dübendorf (Suiza), del 18 de junio al 6 de julio de 2018

Actividad 13b: Kenya: creación de capacidad en gestión de datos y calibración de instrumentos (parte 2), en Kenya, del 18 al 27 de marzo de 2019

Actividad 14: Campaña de intercomparación de instrumentos Dobson para América Latina y el Caribe, en Buenos Aires (Argentina), del 4 al 22 de marzo de 2019

Actividad 15: Ecuador: proyecto Ecuatorian Highlands Ozonesondes (ECHOZ), en Cumbayá (Ecuador), del 1 de marzo de 2019 al 30 de abril de 2020, en curso hasta el 30 de junio de 2021 debido a los retrasos relacionados con la COVID-19

Actividad 16: Campaña de intercomparación de instrumentos Dobson para África Meridional, en Irene (Sudáfrica), del 7 al 18 de octubre de 2019

Actividad 18: Kirguistán: apoyo técnico e intercambio de información para la vigilancia atmosférica en las orillas del lago de alta montaña Issyk-Kul, del 22 de enero de 2020 al 31 de marzo de 2024

Actividad 19: Comoras: proyecto de establecimiento de un observatorio del ozono en las Comoras, del 11 de mayo de 2021 al 30 de abril de 2022. Los datos se entregarán al WOUDC antes del 1 de febrero de 2023.

2. Actividades proyectadas

19. La siguiente actividad se incluyó en la lista de financiación prioritaria en la novena reunión de los Administradores de Investigaciones sobre el Ozono en 2014; ha sido aprobada por el Comité Consultivo del fondo fiduciario y será financiado por el fondo fiduciario a la espera de que se determine un país en desarrollo como anfitrión:

Actividad 17: Reubicación del instrumento Dobson disponible

20. En respuesta a la invitación de la Secretaría del Ozono a todos los países en desarrollo y países con economías en transición a presentar propuestas de proyectos, en 2021 se recibieron nueve propuestas y el Comité Consultivo del fondo fiduciario examinó la posibilidad de financiarlas en 2021. Además, el importe de la financiación de una de las propuestas (A) se está negociando actualmente. Su ejecución dependerá de la disponibilidad de fondos. Se están remitiendo a los proponentes observaciones derivadas de las evaluaciones del Comité Consultivo. Las propuestas son las siguientes:

(A) *Belarús*: preparación y realización de sesiones de intercomparación de tres instrumentos para vigilar el total del ozono y la radiación ultravioleta en Belarús

Brasil: red Sudamericana de Espectrofotómetros Brewer

China: integración internacional y creación de capacidad para la vigilancia de sustancias controladas en los países en desarrollo de Asia

China: comunicación internacional y nacional sobre técnicas de vigilancia de las SAO y los HFC, análisis de datos y métodos de control de la calidad

Ecuador: ampliación de las operaciones de sondeo del ozono en Ecuador desde los Andes hasta las islas Galápagos: la sinergia ECHOZ-SHADOZ

Ecuador: exposición a la radiación ultravioleta y efectos dermatológicos en personas vinculadas a los sectores de la producción de las provincias de Pichincha, Guayas, Manabí, Pastaza y Galápagos, en el Ecuador

Ecuador: puesta en marcha del Centro de Investigación sobre Energía Solar y Ozono “Mítad del Mundo”

India: taller de creación de capacidad y sensibilización sobre las mediciones del ozono estratosférico y troposférico y la calibración de los equipos de medición del ozono

India: impacto de los cambios en las emisiones de gases traza sobre la capa de ozono estratosférico y el clima actual y futuro sobre Asia Meridional

México: observación de la radiación solar ultravioleta B en Centroamérica y el Caribe

B. Principales recomendaciones sobre creación de capacidad derivadas de la 11ª reunión de los Administradores de Investigaciones sobre el Ozono

- 1) El VCTF es el mecanismo establecido específicamente por las Partes para posibilitar las actividades de creación de capacidad mundial, y debe seguir recibiendo apoyo. Aunque las acciones emprendidas por los organismos individuales son siempre bienvenidas y han

demostrado ser beneficiosas, el VCTF es el medio mundial por el que todos los países en desarrollo pueden recibir ayuda y por el que puede mejorarse el sistema mundial de vigilancia del ozono; sin embargo, el número de contribuciones recibidas hasta la fecha ha limitado el impacto logrado por el VCTF. Incluso una modesta ampliación de la financiación permitiría apoyar adecuadamente las actividades que lo merecen, lo que generaría resultados duraderos y el desarrollo del potencial humano. Las dos recomendaciones siguientes requieren el apoyo continuo del VCTF.

- a) Mantener la calidad del sistema mundial de observación del ozono mediante la continuación y expansión de las calibraciones periódicas y las campañas de comparación. La calidad de los datos de las redes mundiales de observación del ozono depende de esos ejercicios. Las campañas de calibración y comparación también incluyen una gran transferencia de conocimientos de los expertos de países desarrollados a los administradores de las estaciones en los países en desarrollo. Ofrecer cursos y talleres didácticos junto con estas campañas sería idóneo para capacitar a los operadores locales. La reciente campaña JOSIE-SHADOZ 2017, con el apoyo del VCTF, reunió a operadores de ozonosondas de países en desarrollo para recibir formación, debatir y comparar las técnicas de medición. Varias actividades de comparación de instrumentos terrestres de medición de la columna total de ozono (por ejemplo, Brewer y Dobson) ponen de manifiesto además el éxito de tales iniciativas.
 - b) Ofrecer oportunidades de formación continua a operadores de estaciones locales en los países en desarrollo. La experiencia adquirida en la formación, combinada con los valiosos conocimientos locales, facilitará la formación de otros operadores en sus países. Los participantes en la 11ª reunión de los Administradores de Investigaciones sobre el Ozono expresaron la necesidad de contar con más formación sobre técnicas de medición, manejo de datos y métodos de análisis básicos. Los participantes también expresaron su deseo de reducir las dificultades para la presentación de datos mediante la formación en técnicas de procesamiento y envío de datos a los archivos de datos. Dicha formación podría complementarse con material en línea, videos, programas informáticos y comunicación en directo con los instructores. También debería considerarse la posibilidad de realizar sesiones de formación virtuales, lo que reduciría en gran medida el coste de estas actividades. La pandemia de COVID-19 ha puesto de manifiesto la viabilidad y el éxito de las reuniones virtuales: por ejemplo, la red SHADOZ celebró cuatro reuniones regionales virtuales en las que participaron operadores y directivos de estaciones de los países en desarrollo. Seguir el ejemplo mejorará el nivel de conocimientos científicos locales, la capacidad de recopilación de datos y la garantía de calidad. El apoyo a largo plazo mediante acuerdos de hermanamiento resulta esencial, al igual que disponer de puntos de contacto específicos con expertos regionales.
- 2) Prestar apoyo y aliento a las Partes que operan al amparo del artículo 5 y los países con economías en transición con recursos limitados para que amplíen su capacidad científica, de forma que puedan participar activamente en las actividades de investigación del ozono, incluidas las actividades de evaluación previstas en el Protocolo de Montreal. Es fundamental designar los puntos de contacto y los interesados pertinentes en los países en desarrollo para el éxito de las actividades de formación en investigación científica. Los participantes en la 11ª reunión de los Administradores de Investigaciones sobre el Ozono señalaron, como ejemplo a seguir, el éxito de la formación en teledetección aplicada (ARSET) de la NASA, que permitió a sus numerosos participantes de países en desarrollo aprovechar los datos de los satélites para la investigación científica.
 - 3) La OMM y la Secretaría del Ozono deben facilitar la reducción de las diferencias entre las distintas comunidades. Debe mejorarse la colaboración entre los funcionarios responsables del ozono y las agencias meteorológicas y espaciales nacionales en sus países. En muchas de las Partes que operan al amparo del artículo 5 la falta de comunicación entre unos y otras es considerable. La Secretaría del Ozono debe establecer una lista de instituciones de investigación del clima/el ozono/la radiación ultravioleta en cada país para asegurarse de que la comunicación es eficaz.
 - 4) Aumentar las actividades de creación de capacidad mediante la identificación de fuentes de financiación alternativas (por ejemplo, fabricantes, sector privado) y el apoyo a las actividades de desarrollo. Deben establecerse relaciones con las cámaras de comercio y los organismos económicos locales para impulsar el desarrollo de programas de medición del ozono.

- 5) Ofrecer becas para apoyar el desarrollo científico de los estudiantes de los países en desarrollo. Estos estudiantes son un vínculo esencial, y a través de ellos mejorará el nivel de participación y comprensión en sus respectivos países. El intercambio de estudiantes y la transferencia de conocimientos entre los países desarrollados y en desarrollo (hermanamiento) resultan clave para el establecimiento de esas relaciones. También se sugiere que los países en desarrollo se pongan en contacto con los organismos gubernamentales pertinentes para popularizar las especializaciones relacionadas con el ozono estratosférico dentro de las ciencias atmosféricas y proponer que se considere la posibilidad de elaborar planes de apoyo gubernamental para garantizar una mano de obra profesional suficiente en el futuro.
-