



Distr. general
30 de junio de 2017

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 11ª reunión

Montreal (Canadá), 20 a 24 de noviembre de 2017
Tema 5 a) del programa provisional de la serie de
sesiones preparatorias*

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

Recomendaciones de la décima reunión de los Administradores de Investigaciones sobre el Ozono de las Partes en el Convenio de Viena

Nota de la Secretaría

1. La décima 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 la sede de la Organización Meteorológica Mundial en Ginebra del 28 al 30 de marzo de 2017. En esa reunión, los Administradores de Investigaciones sobre el Ozono formularon varias recomendaciones, que se dividen en las cinco categorías siguientes:

- a) Objetivos generales;
- b) Necesidades de investigación;
- c) Observaciones sistemáticas;
- d) Archivo y gestión de datos;
- e) Creación de capacidad.

2. Estas recomendaciones aparecen recogidas en el anexo de la presente nota, sin haber sido objeto de revisión editorial oficial por la Secretaría. 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 11ª reunión de la Conferencia de las Partes en el Convenio de Viena en relación con el tema 5 b). 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.11/1-UNEP/OzL.Pro.29/1.

Anexo

Recomendaciones

A. Objetivos generales

1. *La capa de ozono es fundamental para la protección de la vida en la Tierra.* Al igual que sucede con otras importantes amenazas para la salud humana y el medio ambiente, es fundamental que la comunidad científica se mantenga alerta y continúe vigilándola atentamente al tiempo que aumenta nuestra comprensión de las amenazas presentes y futuras.
2. *Mejorar la comprensión y la exactitud de las futuras previsiones de futuro sobre las cantidades de ozono a escala mundial,* reconociendo que el ozono se ve afectado por el aumento de los gases de efecto invernadero y los cambios que esto conlleva en los parámetros del clima, así como por las sustancias que agotan el ozono (SAO). Además, el agotamiento de la capa de ozono se ha vinculado a cambios meteorológicos en la estratosfera y la troposfera. La elaboración de proyecciones precisas del ozono pone a prueba nuestra capacidad de simular la forma en que la capa de ozono estratosférico se combina con los procesos químicos, radiactivos y dinámicos en la estratosfera y la troposfera.
3. *Mantener y mejorar las capacidades de observación existentes de las variables sobre el clima y la capa de ozono.* Habida cuenta de la sólida relación entre el comportamiento de la capa de ozono y los cambios en el clima, las observaciones de las variables sobre el clima y la capa de ozono y su posterior análisis deberían llevarse a cabo de manera conjunta siempre que sea posible.
4. *Continuar y mejorar el Fondo Fiduciario General para Financiar las Actividades de Investigación y Observaciones Sistemáticas de Interés para el Convenio de Viena (en adelante, “el Fondo Fiduciario”) a fin de prestar un mejor apoyo a los objetivos mencionados.* Es esencial mantener y ampliar considerablemente el Fondo Fiduciario para que pueda hacer frente con mayor eficacia a algunas de las cuestiones científicas que surgen de lo anteriormente expuesto. También es esencial que el Comité Consultivo del Fondo Fiduciario elabore un plan estratégico para el Fondo y preste asistencia a la Secretaría del Ozono del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y a la Organización Meteorológica Mundial (OMM) a fin de establecer prioridades y garantizar la aplicación.
5. *Dedicar esfuerzos a fomentar la capacidad para alcanzar los objetivos mencionados.* Habida cuenta de lo que antecede, es muy importante llevar a cabo actividades de fomento de la capacidad en los países que operan al amparo del artículo 5 del Protocolo de Montreal a fin de ampliar los conocimientos científicos, lo que tiene como beneficio añadido la ampliación de las zonas geográficas en las que se llevan a cabo las mediciones y el archivo de datos de variables clave relacionadas con la capa de ozono y el cambio climático.

B. Necesidades de investigación

6. Comprender la compleja relación entre el ozono, la química atmosférica, el transporte y el cambio climático sigue siendo un objetivo de alta prioridad, y la necesidad de más investigaciones en esta esfera ha aumentado desde la novena reunión de los Administradores de Investigaciones sobre el Ozono. Se necesitan más investigaciones para comprender mejor los procesos climáticos subyacentes y mejorar las previsiones basadas en modelos de los cambios que se están produciendo en las distribuciones de la capa de ozono y la temperatura en la atmósfera media. A fin de prestar apoyo a las evaluaciones del ozono de la OMM y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, es necesario coordinar simulaciones de cambios futuros en el ozono utilizando modelos adecuados. Estos deberían incluir simulaciones con concentraciones fijas de gases de efecto invernadero y concentraciones fijas de SAO para permitir la atribución de los cambios en el ozono mundial a los cambios por separado en los gases de efecto invernadero y las SAO, así como para comprender mejor qué relación guardan los parámetros del clima troposférico y estratosférico con los cambios en el ozono de la troposfera y la estratosfera a escala mundial.
7. Desde la novena reunión de los Administradores de Investigaciones sobre el Ozono ha aumentado también la comprensión de la relación entre el clima y el ozono. Una de las características firmes de la reacción del ozono mundial al aumento de los gases de efecto invernadero (por ejemplo, CO₂, CH₄ y N₂O) es la diferencia en los cambios de la columna de ozono entre los trópicos y las latitudes medias y altas. En los trópicos, se prevé que las cantidades de la columna de ozono caerán por debajo de los valores históricos (1980, por ejemplo), mientras que los valores en latitudes medias y altas aumentarán por encima de los valores históricos. Esas reacciones

tienen profundas consecuencias para la gama de posibles exposiciones futuras de los seres humanos y los ecosistemas a la radiación ultravioleta. Además, los cambios en la química troposférica y el transporte en respuesta al cambio climático mundial subrayarán la importancia de comprender la contribución de ozono troposférico a la columna de ozono total en ambas regiones. Por último, las especiales condiciones químicas y dinámicas que caracterizan la región de transición entre la troposfera y la estratosfera (es decir, la alta troposfera-baja estratosfera) hacen necesarios estudios adicionales para comprender la influencia que ejercen esas regiones y los trópicos sobre el ozono mundial.

8. Desde la perspectiva del cambio climático, debe prestarse atención a los efectos del cambio climático sobre la temperatura y la química estratosféricas, así como a los efectos de las concentraciones de gas de efecto invernadero sobre otros aspectos de la química atmosférica. En particular, el aumento de los niveles de CO₂ tendrá como resultado el enfriamiento de la alta estratosfera y consecuentemente un aumento del ozono en la alta estratosfera. Además, se espera que los cambios en la química troposférica inducidos por el cambio climático influyan sobre el ozono tropical, por ejemplo, mediante cambios en la circulación Brewer-Dobson.

9. Se han alcanzado progresos importantes en relación con las recomendaciones formuladas en la novena reunión de los Administradores de Investigaciones sobre el Ozono. Entre los ámbitos en los que se han documentado progresos se cuentan:

- Una mejor cuantificación del tiempo que permanece en la atmósfera el tetracloruro de carbono (CCl₄), con lo que se reduce, sin eliminarla por completo, la discrepancia entre las estimaciones basadas en las emisiones notificadas y las basadas en las emisiones en la atmósfera.
- El aumento de la información vertical y la densidad espacial en las mediciones de la abundancia de gases traza está propiciando una mejor comprensión de las fuentes y los sumideros de otros gases traza relacionados con la capa de ozono y el clima.
- Se ha mejorado y actualizado la caracterización de cambios a largo plazo en el ozono a partir de múltiples observaciones, y se están realizando estudios adicionales para actualizar y mejorar (mediante una mejor caracterización de la incertidumbre) la determinación de las tendencias en el ozono obtenidas a partir de múltiples conjuntos de datos para su uso en la Evaluación del Ozono de 2018.
- Se han hecho progresos en las previsiones sobre la radiación ultravioleta en el siglo XXI basadas en previsiones sobre el ozono y otros factores que afectan a la radiación ultravioleta (por ejemplo, las nubes, los aerosoles, el albedo y la contaminación del aire). Se han analizado espectrometrías ultravioletas en diversos emplazamientos con el fin de evaluar los cambios a largo plazo en la radiación ultravioleta y de atribuir esos cambios a diferentes factores, todos los cuales guardan mayor o menor relación con los cambios en el clima.

Sin embargo, existen todavía algunas esferas que requieren una labor considerable, como se indica en las siguientes recomendaciones.

Principales recomendaciones en relación con las necesidades de investigación derivadas de la décima reunión de los Administradores de Investigaciones sobre el Ozono:

i) Interacciones entre el clima y los procesos químicos y seguimiento del Protocolo de Montreal

10. 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.

11. Corresponde a la comunidad científica vigilar los efectos continuados del Protocolo de Montreal a través de análisis detallados de la amplia gama de datos disponibles sobre el ozono, las SAO, sus sustitutos y los gases conexos, de modo que puedan evaluarse las repercusiones del Protocolo. Es preciso realizar nuevas investigaciones en las que se combinen modelos de la química del clima más avanzados y registros de datos de referencia de calidad. 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.

12. Los delegados de la décima reunión de Administradores de Investigaciones sobre el Ozono (en adelante, “los delegados”) siguen haciendo suyas las recomendaciones generales de la novena reunión de los Administradores. Entre las nuevas recomendaciones específicas se cuentan las siguientes, entre otras:

- 1) *Tetracloruro de carbono (CCl₄)*: son precisos nuevos estudios para perfeccionar los diversos procesos de pérdida que contribuyen a la pervivencia del CCl₄ (en la estratosfera, los océanos y el suelo), junto con estudios para definir mejor las fuentes de emisiones.
- 2) *Emisiones*: es necesario seguir elaborando y aprovechando técnicas para determinar los flujos regionales de SAO y sus sustitutos (por ejemplo, métodos de modelización inversa).
- 3) *Bromuro de metilo (CH₃Br)*: sigue habiendo un desequilibrio en el presupuesto mundial de bromuro de metilo, lo que apunta a que quizá existan mayores cantidades de emisiones de las previstas, o bien que se entienda por completo la remoción del bromuro de metilo. Está justificado continuar con las investigaciones sobre el presupuesto y los procesos de pérdida del bromuro de metilo.
- 4) *Ozono en los modelos climáticos*: en la actualidad se reconoce plenamente que la inclusión del ozono estratosférico y troposférico en modelos atmosféricos mejora la calidad de las previsiones a largo plazo sobre el cambio climático, así como que crea también nuevas oportunidades, por ejemplo, para las predicciones meteorológicas entre estacionales y decenales. Es necesario seguir investigando para comprender mejor los procesos climáticos superficiales afectados por los cambios en la estratosfera, incluidos los cambios en la circulación troposférica, las temperaturas troposféricas, las precipitaciones, el hielo marino, la interacción entre el océano y la atmósfera, etc.
- 5) *La evolución de la circulación Brewer-Dobson (BDC)*: los modelos de la química del clima pronostican un fortalecimiento de la circulación Brewer-Dobson en casos de mayores concentraciones de gases de efecto invernadero. Son necesarios estudios detallados de los datos de trazadores para poner a prueba los incrementos previstos en la circulación Brewer-Dobson. Disponer de nuevos datos de los trópicos resultaría especialmente útil.
- 6) *Cambios en los trópicos*: los trópicos son una región clave para las interacciones entre el clima y los procesos químicos. Los cambios futuros en el ozono de los trópicos dependerán del cambio climático y afectarán a los cambios en la circulación tropical y la temperatura de la tropopausa, así como a la química troposférica. Es preciso entender el reciente e inusual comportamiento de la oscilación cuasibienal.
- 7) *Tendencias del ozono*: es preciso seguir investigando para cuantificar mejor las tendencias de los registros de datos sobre el ozono formateados en columna en toda la estratosfera y distintas regiones geográficas, y concretamente en las regiones polares, donde se han observado las mayores tendencias del ozono, así como en la alta estratosfera, donde el enfriamiento inducido por el CO₂ hará que aumente el ozono. Es preciso analizar detalladamente las tendencias del ozono y los gases traza conexos para evaluar si la evolución observada hasta la fecha concuerda con nuestra comprensión de los procesos químicos y físicos que afectan a sus tendencias y su variabilidad. Debe investigarse la duración de la serie de mediciones necesarias para confirmar la eficacia del Protocolo de Montreal.

13. Los delegados desean recalcar una vez más la importancia fundamental de algunos de los esfuerzos de investigación a largo plazo que se pusieron de relieve en la novena reunión de los Administradores de Investigaciones sobre el Ozono, muchos de las cuales son particularmente aplicables a las observaciones sistemáticas:

- 1) *Establecimiento de registros de datos*: Es preciso crear mejores registros de datos a largo plazo del ozono estratosférico, otros gases asociados a la química del ozono (por ejemplo, de HNO₃, ClO, BrO, H₂O, CH₄, N₂O) y otras variables del estado de la atmósfera (por ejemplo, la temperatura) a fin de evaluar la coherencia física de las tendencias en el ozono y la temperatura, y poder interpretar mejor las causas de los cambios del ozono a largo plazo. Es necesario llevar un registro de los datos relativos a la temperatura del clima en la troposfera y la estratosfera libres para interpretar las interacciones entre los cambios en la estructura térmica de la atmósfera (forzados por los cambios en las concentraciones de gases de efecto invernadero) y los cambios que tengan lugar en el ozono. Ese registro de datos sobre temperaturas también contribuirá a la creación de registros de datos sobre el ozono, ya que muchas de las mediciones por teleobservación de la proporción de mezcla de ozono a menudo dependen de la precisión de las alturas geopotenciales, que a su vez dependen de la temperatura. Estas

series cronológicas de temperatura deben mantenerse estables durante varios decenios para evitar que las falsas tendencias de las temperaturas se traduzcan en falsas tendencias del ozono. La falta de homogeneidad en los análisis meteorológicos actualmente en curso indica que este método de generación de series cronológicas de temperaturas de la estratosfera no es adecuado.

- 2) *Calidad de los datos*: es necesario:
- disponer de estudios en los que se caractericen y cuantifiquen mejor las incertidumbres en la medición del ozono y parámetros conexos mediante el uso de distintos tipos de instrumentos de supervisión,
 - contar con estudios continuados para homogeneizar los registros de datos a largo plazo sobre el ozono obtenidos de diversos sistemas de medición, y
 - continuar con el desarrollo y la comparación de las normas sobre gases y su estabilidad a largo plazo requeridas por las redes internacionales de observación *in situ* de gases traza.

ii) ***Procesos que influyen en la evolución de la estratosfera y vínculos con el clima***

14. La estratosfera es un sistema dinámico con una estrecha interrelación entre la química y la radiación. De ahí que sea necesario reflejar en los modelos una cabal comprensión de estos procesos. En algunos casos nuestra base de conocimiento no está completa, por lo que es necesario realizar más y mejores mediciones de laboratorio de los parámetros cinéticos, fotolíticos, termodinámicos y espectroscópicos. Es necesario realizar mediciones sobre el terreno para mejorar la comprensión de los distintos fenómenos, desde, por ejemplo, las emisiones superficiales de sustancias de permanencia muy breve en la atmósfera hasta el transporte y la transformación de especies que se mueven entre la troposfera y la estratosfera (y viceversa).

- 1) *Gases que no son SAO y afectan a la capa de ozono*: Es preciso investigar el papel que desempeñan ciertos gases, distintos de las SAO controladas en virtud del Protocolo de Montreal, en el agotamiento del ozono (por ejemplo, el N₂O, el CH₄ y los compuestos organobromados biogénicos). Los gases como el N₂O y el CH₄ no solo afectan al clima como gases de efecto invernadero, sino que influyen también en el ozono a través de sus funciones químicas. Entre las esferas que requieren atención figuran:
- a) Es necesario seguir perfeccionando las bases de datos de las emisiones de CH₄ y N₂O a fin de lograr elaborar modelos más realistas del impacto de esas emisiones sobre el ozono. Deben también investigarse y comprenderse mejor las tendencias del CH₄ en la troposfera sobre las que se ha informado recientemente.
 - b) Es preciso conciliar los cambios en las concentraciones atmosféricas de sustitutos de las SAO con las emisiones notificadas o deducidas y la permanencia de esos gases en la atmósfera. Es necesaria una mejor cuantificación del impacto de los cambios en el OH troposférico en la vida útil de los gases de permanencia breve en la atmósfera, los cuales, al ser transportados a la estratosfera, pueden proporcionar una fuente de especies químicamente activas a la estratosfera. A fin de reducir las incertidumbres en las simulaciones mediante modelos del transporte de la superficie a la estratosfera de gases activos, incluidos los compuestos de permanencia breve en la atmósfera, es preciso estudiar el comportamiento climático del OH troposférico según las estaciones y validarlo con mediciones adecuadas (véase la sección sobre observaciones sistemáticas).
 - c) Se ha depositado gran confianza en las abundancias y variaciones del metilcloroformo como indicio para deducir las concentraciones mundiales de OH y sus tendencias. Sin embargo, el metilcloroformo está casi agotado en la atmósfera, y es necesario identificar un futuro sustitutivo de este compuesto que resulte igual de idóneo para establecer la abundancia mundial de OH.
 - d) Las concentraciones de OH y su variabilidad están escasamente caracterizadas en las escalas regionales, especialmente cuando los niveles de las fuentes y sumideros de OH son muy variables (por ejemplo, en la región de transición entre las zonas urbanas y rurales). Esa información regional y local es esencial para comprender la degradación de los hidrofluorocarbonos (HFC) y los hidroclorofluorocarbonos (HCFC) de permanencia breve en la atmósfera, así

como las sustancias de permanencia muy breve en la atmósfera que influyen sobre el ozono en la estratosfera. Es posible que una supervisión cuidadosa de algunos de los gases fluorados aporten una manera de deducir a escala regional la abundancia del OH y sus tendencias. Para poner a prueba este enfoque son necesarios datos de laboratorio e informaciones sobre emisiones más precisos.

- 2) *HFC y sus sustitutos*: las concentraciones de HFC en la atmósfera van en aumento. La Enmienda de Kigali del Protocolo de Montreal limitará la producción y la utilización de muchos de los HFC, lo que hará necesario el seguimiento de su evolución en la atmósfera. Se están utilizando sustancias químicas de permanencia muy breve en la atmósfera, como las hidrofluoroolefinas (HFO), como sustitutos de los HFC con alto potencial de calentamiento atmosférico (PCA). La concentración de estos HFO de permanencia muy corta en la atmósfera y de otras sustancias variará considerablemente en el espacio y en el tiempo, debido al transporte y a la rápida oxidación en la atmósfera ocasionada por el OH. La obtención de una buena cobertura geográfica de mediciones sistemáticas y de alta calidad resulta esencial para poder inferir información regional por sectores sobre las emisiones. La formación de ácido trifluoroacético (TFA) tóxico y sus análogos, así como el ozono troposférico resultante de esos productos químicos, es motivo de preocupación. Es necesario continuar investigando y evaluando esos efectos.
- 3) *Mejoras de los puntos de observación, su ubicación y sus servicios*: como se ha venido señalando a lo largo de las presentes recomendaciones, las observaciones son la base de buena parte del estudio científico de la capa de ozono. Deben realizarse esfuerzos para utilizar modelos de la atmósfera, junto con los experimentos de simulación de sistemas de observación, a fin de priorizar nuevos lugares de medición. Ese enfoque también contribuirá a optimizar la ubicación de mediciones del ozono con observaciones de otras especies y parámetros atmosféricos. Tales consideraciones estratégicas son igualmente esenciales para la vigilancia de los nuevos productos químicos de permanencia muy breve en la atmósfera, para los que será necesaria una mayor resolución espacial y temporal. Además, el mantenimiento de datos de observaciones a largo plazo y de calidad requiere calibraciones y comparaciones constantes.
- 4) *Mediciones de laboratorio de parámetros de captación fotolítica, cinética y heterogénea*: las mediciones de laboratorio proporcionan la base para la recuperación de la información obtenida de satélites y las observaciones desde tierra, aeronaves y otras plataformas, así como para simulaciones mediante modelos. La información necesaria es de distintos tipos, e incluye:
 - a) *Procesos fotolíticos*: es necesario mejorar la calidad y precisión de las secciones eficaces de absorción del O₂ y el ozono ultravioleta, a pesar de las mejoras introducidas en las secciones eficaces de absorción del ozono desde la novena reunión de los Administradores de Investigaciones sobre el Ozono. En las mediciones del ozono por teleobservación basadas en tierra deben utilizarse las secciones eficaces del ozono ultravioleta actualizadas. La sección eficaz del O₂ tiene un gran impacto en la creación de modelos de vida útil de las especies que se fotolizan en la estratosfera. También resultan fundamentales para calcular la tasa de formación de ozono, así como las tasas de fotólisis de otros productos químicos como el N₂O. Es necesario igualmente perfeccionar las mediciones de laboratorio de las líneas de absorción del ozono en el IR para mejorar la recuperación de información basada en observaciones en tierra de otros gases traza que son absorbidos en el infrarrojo.
 - b) *Procesos de pérdida para creación de modelos químicos*: dado que se está proponiendo incluir nuevos gases (por ejemplo, el HFC y sus sustitutos), es necesario realizar estudios de laboratorio exactos de sus principales procesos de pérdida (a saber, reacciones con las secciones eficaces del OH y el ultravioleta, espectros de absorción infrarroja, captación heterogénea y productos de las reacciones heterogéneas). Esas mediciones asegurarán una mejor representación de estos productos químicos en modelos atmosféricos, proporcionarán información para su medición en la atmósfera y contribuirán a determinar las consecuencias no deseadas de su utilización.

- c) *Evaluación y conservación de datos*: resulta igualmente esencial que los datos de laboratorio sean evaluados de forma crítica por grupos de expertos con profundos conocimientos de la cinética química, los procesos fotoquímicos, los datos espectroscópicos y otros procesos químicos heterogéneos. La gestión y conservación de los datos de laboratorio es importante para contar con una base de datos fiable para la elaboración de modelos, el análisis y la comprensión.
- 5) *Aerosoles estratosféricos*: los aerosoles que componen la capa de Junge son importantes en tanto que superficie para procesos químicos heterogéneos y también para su forzamiento radiactivo de fondo. En los últimos años, se han reconocido también aerosoles distintos del ácido sulfúrico. La influencia de estos aerosoles se extiende más allá de la estratosfera en la que residen, de ahí que comprender los procesos que controlan la formación y distribución atmosférica de los aerosoles sea fundamental para la elaboración de modelos de la estratosfera. Nuevas investigaciones han demostrado que algunos modelos y observaciones a distancia han sobrestimado de manera sistemática el transporte del dióxido de azufre (SO₂) en la tropopausa tropical. A la luz de estas observaciones, son necesarias nuevas actividades de investigación para reevaluar el presupuesto de azufre de fondo, incluidos el SO₂ y el sulfuro de carbonilo, en la baja estratosfera.

Las erupciones volcánicas son una fuente frecuente y episódica de compuestos de azufre que se liberan a la troposfera. Las erupciones ocasionales de gran carga explosiva (como la del Monte Pinatubo en 1991) también inyectan cantidades sustanciales de azufre en la estratosfera. Los gases sulfúricos producen en última instancia aerosol de sulfato, que además de calentar la estratosfera enfría la troposfera e incrementa la destrucción del ozono durante varios años tras una erupción. El cálculo de las emisiones de azufre en masa y su destino es un componente importante de la cuantificación de los cambios del ozono mundial en el pasado y en la actualidad. El efecto observado de enfriamiento de superficies del aerosol de sulfato ha dado lugar a que se propongan actividades de gestión de la radiación (geoingeniería) en las que se utilizarían inyecciones de azufre antropogénico u otros materiales para reducir las temperaturas de la superficie. En los modelos de la atmósfera, las inyecciones de sulfato resultan en importantes cambios en la química y la dinámica estratosféricas, especialmente en relación con los niveles de ozono. Las futuras líneas de investigación deberán incluir la posible función que la geoingeniería puede desempeñar en hipótesis futuras sobre el ozono estratosférico.

- 6) *Intercambio entre la estratosfera y la troposfera*: es necesario seguir investigando para mejorar la comprensión de los procesos que controlan el intercambio mutuo de gases y aerosoles entre la troposfera y la estratosfera, por ejemplo: i) la circulación de los monzones asiáticos que proporciona una vía eficiente de acceso de contaminantes cercanos a la superficie, a través de la tropopausa tropical, hasta la estratosfera; ii) la inyección de vapor de agua a través de acontecimientos en la mesoescala y la escala sinóptica; y iii) las intrusiones estratosféricas empujan el ozono hacia la troposfera y la superficie. Es necesario garantizar la fidelidad de las simulaciones mediante modelos de la química del clima de los procesos de intercambio entre la estratosfera y la troposfera para poder confiar en las previsiones de cambios en esos procesos durante el siglo XXI, que modifican la vida útil de las SAO e influyen sobre los plazos de recuperación de la capa de ozono. Son necesarias campañas sobre el terreno sistemáticas y específicas para una mejor caracterización de muchos de los procesos clave. Entre estos se cuentan la comprensión de los procesos tropicales y extratropicales, y los procesos activos en la región de la alta troposfera-baja estratosfera que modulan la relación bidireccional química y dinámica entre la estratosfera y la troposfera.

iii) *Cambios en la radiación ultravioleta y otros efectos de los cambios en las SAO*

15. Las simulaciones de cambios en el ozono a lo largo del siglo XXI indican que la radiación ultravioleta de superficie aumentará en los trópicos. Esto conlleva el riesgo de una mayor incidencia de cánceres de piel y de cataratas para los seres humanos, así como de efectos nocivos para los ecosistemas. La disminución prevista del ultravioleta en las latitudes medias y altas hace que aumente el riesgo de dosis insuficientes de radiación ultravioleta para la producción de vitamina D. Además, la información relativa a los efectos que unos niveles más bajos de radiación ultravioleta pueden tener sobre la biosfera y los procesos químicos en la troposfera es escasa. Persiste la necesidad de desarrollar diversas investigaciones, entre las que se cuentan:

- 1) *Factores que afectan a la radiación ultravioleta:* es preciso realizar un desglose de los factores que afectan a la radiación ultravioleta en la superficie de modo que sea posible evaluar mejor la influencia de otros factores distintos del ozono (tales como los aerosoles, la nubosidad, el albedo y la polución atmosférica).
- 2) *Efectos de los cambios en la radiación ultravioleta:* hay que seguir estudiando los efectos sobre la salud humana, los ecosistemas y los materiales del cambio en el ozono estratosférico y los cambios resultantes en la radiación ultravioleta. Estos estudios deberían incluir análisis cuantitativos que permitan evaluar la magnitud de consecuencias específicas en relación con los cambios en la radiación ultravioleta. Las investigaciones también deberían tener en cuenta las interacciones entre los efectos positivos y negativos de los cambios en la radiación ultravioleta y los del cambio climático, en particular los que puedan dar lugar a reacciones al cambio climático, por ejemplo, mediante alteraciones del ciclo del carbono o la química troposférica. Por ejemplo: ¿de qué manera afectarán los cambios en la radiación UV-B al presupuesto de CO₂ al descomponer la materia orgánica disuelta que entra en los ecosistemas acuáticos?
- 3) *Sustitutos de las SAO:* son necesarios estudios que investiguen los efectos ambientales de los sustitutos de las SAO y los productos de su degradación sobre la salud humana y el medio ambiente, en especial el TFA.

C. Observaciones sistemáticas

16. Como se indica en el artículo 3 del Convenio de Viena y se subrayaba en la sección anterior, las observaciones sistemáticas son decisivas para la comprensión y vigilancia de los cambios a largo plazo en la capa de ozono, así como de los cambios en la composición atmosférica, 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 seguir realizando observaciones de los gases traza principales, de la radiación ultravioleta y de los parámetros que caracterizan la función de los procesos químicos, radiativos y dinámicos.

17. Estamos dejando atrás los tiempos en que las crecientes concentraciones de SAO ponían en peligro la capa de ozono, y entrando en un período en el que las SAO ya no van en aumento y el agotamiento de la capa de ozono no ha empeorado. Es un período en el que todavía no se aprecia inequívocamente la influencia de los cambios en las SAO, y es también un período en el que gases distintos de las SAO (especialmente CO₂, N₂O, CH₄ y H₂O) influyen en los cambios en el ozono a escala mundial. Las emisiones futuras de esos gases que no agotan el ozono son inciertas. Esos impactos son complejos e interactúan entre ellos. Por lo tanto, es esencial mantener una firme vigilancia a largo plazo durante este período a medida que nos acercamos a la recuperación de la capa de ozono hacia finales de este siglo.

18. La vigilancia debe también ampliarse para incluir nuevas especies y parámetros importantes, como los sustitutos de las SAO y los trazadores de circulación. Esas mediciones a largo plazo deben ser de calidad suficiente como para proporcionar análisis inequívocos. Entre las regiones clave para las mediciones se cuentan la alta troposfera-baja estratosfera y las regiones de intercambio entre la troposfera y la estratosfera en áreas extratropicales como las circulaciones de los monzones, así como los casquetes polares y la alta estratosfera.

Principales logros en relación con las observaciones sistemáticas desde la novena 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. Cabe destacar la importancia del apoyo prestado por el Fondo Fiduciario, especialmente para la red de observación mundial terrestre.
- 2) El componente de observación del limbo del conjunto de instrumentos de perfil y representación de la distribución del ozono (OMPS) 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 (Stratospheric Aerosol and Gas Experiment) a bordo de la Estación Espacial Internacional; y la misión del satélite ALTIUS (Atmospheric Limb Tracker for the Investigation of the Upcoming Stratosphere) han reducido la inminente brecha entre 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 carencia de capacidades de medición del limbo atmosférico.

- 3) Varios instrumentos Dobson y Brewer han sido reacondicionados e instalados en países que operan al amparo del artículo 5. Sin embargo, algunos todavía no funcionan a pleno rendimiento. Esta circunstancia podría remediarse con más apoyo, como el del Fondo Fiduciario del Convenio de Viena. Egipto, por ejemplo, ha solicitado apoyo financiero para la calibración de su instrumento Brewer. El Comité Consultivo del Fondo Fiduciario está evaluando esa y otras propuestas y las considera prioritarias para la prestación de apoyo.
- 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. Sin embargo, todavía es necesario que algunas redes de observaciones en tierra establecidas las apliquen. Para ello es necesario tener en cuenta las temperaturas de la capa de ozono y el nuevo cálculo del registro histórico de datos.
- 5) Se han logrado avances sustanciales en la comprensión y la mejora de los registros históricos de las ozonosondas en el marco de la actividad de evaluación de la calidad de los datos de las ozonosondas (O3S-DQA).
- 6) Se han reevaluado y homogeneizado los registros mundiales de aerosoles estratosféricos, y el recientemente instalado SAGE III promete continuar con estas observaciones a escala mundial.
- 7) Se han hecho progresos en lo que respecta a la presentación oportuna por las estaciones basadas en tierra de datos sobre el ozono e informaciones conexas, así como en el uso de esos datos para la validación de servicios, tales como el servicio Copernicus de vigilancia de la atmósfera, y en la validación por satélite. Estas actividades se vieron acompañadas por una mejor caracterización de las incertidumbres en todas las fuentes de datos, así como por la mejora de las prácticas y normas, y se han traducido en una mejora de la calidad de los datos. Se alienta a continuar avanzando en esas direcciones.
- 8) Se están haciendo pruebas con nuevos y más modernos tipos de instrumentos y se están integrando estos en redes terrestres. Ejemplos de ello son los espectrómetros Pandora y MAX-DOAS (Multi Axis Differential Optical Absorption Spectroscopy) para el ozono, y los muestreadores Air-Core instalados en globos pequeños para otros gases traza.
- 9) Se han logrado progresos sustanciales en la evaluación y la mejora de la calidad de los registros de datos a largo plazo sobre el 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) de Vigilancia de la Atmósfera Global, el programa Procesos Estratosféricos y su Función en el Clima (VAG/SPARC) y el proyecto TUNER (Towards Unified Error Reporting) de la SPARC.

Principales recomendaciones en relación con las observaciones sistemáticas derivadas de la décima reunión de los Administradores de Investigaciones sobre el Ozono:

- 1) La importante relación entre los cambios en el ozono, el clima y el transporte en la atmósfera, y, en particular, los cambios previstos en la circulación Brewer-Dobson meridional a escala mundial y acontecimientos imprevistos como la reciente interrupción de la oscilación cuasibienal hacen necesaria una supervisión adecuada de la temperatura, los vientos y los perfiles de gases traza, y especialmente de los trazadores dinámicos como N₂O y SF₆, así como del ozono y el vapor de agua. En particular, son necesarias observaciones para el análisis y la mejora de la circulación Brewer-Dobson derivada de los sistemas de asimilación de datos.
- 2) Es necesario mantener las estaciones basadas en tierra, especialmente las que disponen de registros a largo plazo de datos sobre el ozono, los gases traza, la radiación ultravioleta y los aerosoles, a fin de aportar una base de referencia fiable para la

estimación de las tendencias. y realizar evaluaciones de la pérdida del ozono polar para las evaluaciones, como las campañas polares de MATCH. La reducción constante del número de estaciones, especialmente las dedicadas a la medición de perfiles, pone en peligro la identificación inequívoca de las tendencias y la detección de acontecimientos inesperados, así como nuestra capacidad para validar registros de datos obtenidos por satélite. A fin de garantizar datos fidedignos, es esencial que los sistemas de calibración y control de calidad mundiales sigan contando con el apoyo pleno de las instalaciones de calibración y protocolos pertinentes.

- 3) Es necesario continuar las observaciones de emisiones en el limbo y de ocultación en infrarrojo desde el espacio para los perfiles verticales mundiales del ozono y muchos gases traza relacionados con el clima. Sin esos datos, la precisión de las predicciones de los sistemas de asimilación de datos y servicios conexos se resiente para los encargados de la formulación de políticas, se obstaculiza la detección e interpretación de cambios en la circulación atmosférica y resulta imposible analizar circunstancias como el grave agotamiento del ozono en el Ártico en 2011.
- 4) En los casos en que se hayan establecido claramente las necesidades científicas, deben restablecerse y, en algunos casos, ampliarse las actividades de vigilancia periódica a largo plazo. Las regiones clave son aquellas donde se produce el intercambio entre la troposfera y la estratosfera, como los monzones, Asia Sudoriental, el continente marítimo, el Himalaya y las regiones montañosas de Asia Central. Las mediciones también deberían concentrarse en regiones donde los datos son escasos, como América del Sur, África y Asia, así como en la región intertropical, en aras de una detección precisa de cambios en la circulación Brewer-Dobson y otros fenómenos de transporte.
- 5) Es necesario seguir desarrollando los nuevos enfoques que combinan modelos y aspectos de observación, como los experimentos de simulación de sistemas de observación, y utilizarlos para la planificación estratégica de nuevos emplazamientos para estaciones de vigilancia, a fin de establecer las prioridades de las estaciones en caso necesario y para una ubicación óptima (o necesaria) de las observaciones. Esas consideraciones estratégicas son fundamentales para la supervisión, por ejemplo, de nuevas sustancias químicas de permanencia muy breve en la atmósfera. Además, puede ser necesario elaborar modelos para utilizar de manera eficaz los datos obtenidos con las nuevas técnicas de medición.
- 6) A medida que disminuyen las concentraciones de la mayoría de SAO, otros gases fuente, especialmente N₂O, CH₄ y vapor de agua, cobran una importancia creciente, dados sus efectos sobre la capa de ozono y el cambio climático. Será preciso intensificar los esfuerzos destinados a vigilar esos perfiles verticales de esos gases en la troposfera y estratosfera, comprender las variaciones de los flujos y evaluar mejor sus efectos.
- 7) Es necesario incluir las mediciones a escala mundial y regional de los nuevos sustitutos de las SAO (HFC, HFO, etc.) y las sustancias de permanencia muy breve en la atmósfera que contienen halógenos en los programas de vigilancia de referencia.
- 8) La comunidad debe proseguir con la aplicación de nuevos instrumentos eficaces en función de los costos para el ozono y los gases traza, así como con los protocolos de análisis de datos. Esto incluye continuar con el avance en la armonización de las redes. Ejemplos de ello son la Red Europea Brewer (EUBrewNet), Pandora, DOAS/Système d'Analyse par Observation Zénithale (SAOZ), Air-Core, etc. Las actuales iniciativas de armonización regional deberían ampliarse a asociados mundiales; las ozonosondas de la India, por ejemplo, podrían incluirse en el programa O3S-DQA de la OMM.
- 9) Deben establecerse mecanismos para dar el debido reconocimiento a los proveedores de datos, e intercambiar conclusiones y observaciones sobre la calidad de los datos. Por ejemplo, podría reconocerse la contribución de determinadas estaciones o redes a la validación por satélite mediante el intercambio de cartas entre las agencias espaciales y las estaciones de observación.

D. Archivo y gestión de datos

19. Entre los progresos realizados en la aplicación de las recomendaciones formuladas en la novena reunión de los Administradores de Investigaciones sobre el Ozono se incluyen los siguientes:

- Continúa haciéndose frente a la necesidad de presentación de informes detallados sobre la producción y el consumo nacionales de las SAO a fin de mejorar los inventarios de emisiones. Siguen presentándose informes adecuados para la mayoría de las SAO, si bien persisten discrepancias de origen desconocido entre la producción notificada y las observaciones atmosféricas en el caso del CCl₄. En la actualidad, la información presentada en todo el mundo sobre los sustitutos sin SAO (por ejemplo, sobre los HFC a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)) es insuficiente para conciliar las observaciones a escala mundial. Además, se debería alentar a los países a presentar cifras revisadas de consumo o producción correspondientes a años anteriores, cuando proceda.
- Se han logrado algunos progresos en el establecimiento de procesos firmes de presentación automatizada de datos con planes de tratamiento centralizados y estandarizados y garantía de calidad, a fin de velar por la presentación puntual, o incluso en tiempo casi real, a los centros de datos apropiados.
- Se ha avanzado hacia sistemas de archivo de datos más eficientes y eficaces en función de los costos. Las recomendaciones de la novena reunión de los Administradores a este respecto fueron adoptadas por EUBrewNet y se aplicarían automáticamente a los nuevos miembros de esta red.
- Están en marcha avances similares en los procesos de archivo de otros sistemas de medición (por ejemplo, la Red para la Detección de Cambios en la Composición de la Atmósfera (NDACC) y los proyectos Ozonosondas Adicionales para el Hemisferio Sur (SHADOZ), SKYNET y Aeronaves en Servicio para un Sistema Mundial de Observación (IAGOS)).
- Es necesario digitalizar los datos históricos del ozono y las especies conexas. Algunas estaciones cuentan con datos anteriores a SHADOZ, y parte de esos datos se ha digitalizado, pero no se dispone de recursos para completar el proceso en todas las estaciones. El servicio sobre el cambio climático Copernicus ha puesto en marcha algunas medidas para prestar ayuda a este respecto.
- Los organismos de financiación deben comprender que el archivo a largo plazo es un elemento que, pese a consumir considerables recursos, resulta esencial para cualquier programa de medición. Se han de tener en cuenta la gestión y la sucesión. Es preciso dar apoyo a la conservación de datos a largo plazo. En lo referente a los progresos, se señaló que la Agencia Espacial Europea reconoce el valor de un activo como la conservación de datos a largo plazo, y apoya el establecimiento de un programa específicamente dedicado a ese propósito. Además, la NASA sigue archivando todos los datos almacenados en los centros distribuidos de archivos (DAAC), de conformidad con su tradicional política de datos relativos a las ciencias de la Tierra.
- Se han obtenido progresos en la presentación de los datos Dobson de nivel 0; por ejemplo, los datos Dobson enviados al Centro Mundial de Datos sobre el Ozono y la Radiación Ultravioleta. Cabe alentar el fortalecimiento de estas actividades.

Principales recomendaciones para el archivo de datos y gestión derivadas de la décima reunión de los Administradores de Investigaciones sobre el Ozono:

- 1) Los delegados subrayan de nuevo la anterior recomendación relativa a la necesidad constante de elaborar procesos firmes de presentación automatizada de datos con planes centralizados y estandarizados siempre que sea posible, así como sistemas de control de calidad, a fin de velar por la presentación puntual, o incluso en tiempo casi real, a los centros de datos apropiados. En la instalación de procesamiento debe incluirse toda la información necesaria para tramitar y retransmitir 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 para determinar ubicaciones con programas basados en observaciones terrestres y aéreas para facilitar evaluaciones iniciales de calidad en tiempo casi real. Inversamente, los datos de la estación terrestre 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 y tengan total rastreabilidad.

- 2) Es necesario asignar recursos para digitalizar los datos históricos para 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, con miras a su inserción en sistemas modernos de bases de datos.
- 3) 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 la pérdida de datos una vez que concluya una campaña o un proyecto.
- 4) 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. Debe prestarse 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. Es necesario buscar soluciones para la sostenibilidad a largo plazo de las bases de datos (por ejemplo, el Centro de Análisis de la Información sobre el Dióxido de Carbono (CDIAC), EUBrewNet).
- 5) Otros organismos deberían crear archivos de datos centrales para los conjuntos de datos obtenidos de los satélites (DAAC) de la NASA y vincularlos a través de un portal central (por ejemplo, el portal del Comité sobre Satélites de Observación de la Tierra (CEOS)) de manera sostenible. El WDC-RSAT (Centro Mundial de Datos de Teleobservación de la Atmósfera, operado por el DLR en Oberpfaffenhofen (Alemania)) puede desempeñar esa función en Europa. Los datos y subconjuntos sobre el paso de satélites por las estaciones de la red deberían ser de fácil acceso (por ejemplo, deberían mantenerse instalaciones como el Centro de Validación de Datos Aura (AVDC), el Centro de Validación de Datos de la ESA (EVDC) y el Servicio de Vigilancia a través de Internet de las Emisiones Troposféricas (TEMIS)).
- 6) Es necesario esforzarse por lograr una mejor comunicación entre los centros de datos. Ello exige que los centros de datos 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. Se deben seguir realizando esfuerzos para generar registros de datos a largo plazo homogéneos a partir de las fuentes disponibles.
- 7) Los centros de datos deben estar en condiciones de proporcionar datos en distintos formatos estandarizados. 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.
- 8) Se debe alentar la publicación de datos con un identificador de objeto digital (doi) asociado, por ejemplo, en Pangaea o Earth System Science Data (ESSD), para proporcionar datos a la comunidad científica y para ofrecer reconocimiento a los científicos y los organismos de financiación por facilitar esos datos. Esa también puede ser una buena solución para el archivo (incluido el seguimiento) de modelos o de conjuntos de datos simples.
- 9) Se alienta una política de datos abiertos, a fin de maximizar el rendimiento de las actividades de recopilación de datos o elaboración de modelos.
- 10) Debe alentarse la comunicación activa entre los centros de datos y los proveedores de datos para reducir el riesgo de pérdida de datos.
- 11) 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 Centro Mundial de Datos sobre el Ozono y la Radiación Ultravioleta (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.

E. Creación de capacidad

20. Aun cuando el fomento de la capacidad de vigilancia del ozono y de 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.

21. 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 los esfuerzos 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.

22. 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.

23. 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”.

Principales logros en materia de fomento de la capacidad desde la novena reunión de los Administradores de Investigaciones sobre el Ozono:

- 1) Actividades terminadas en el marco del Fondo Fiduciario
 - *Actividad 1: comparación de instrumentos Dobson; en Dahab (Egipto); 23 de febrero a 12 de marzo de 2004.*
 - *Actividad 2: calibración del instrumento Brewer núm. 116 en Bandung (Indonesia); 5 a 9 de septiembre de 2006.*
 - *Actividad 3: calibración del instrumento Brewer núm. 176 en Katmandú (Nepal); 20 a 26 de septiembre de 2006.*
 - *Actividad 4: comparación de instrumentos Dobson en Irene (Sudáfrica); 12 a 30 de octubre y 15 a 26 de noviembre de 2009.*
 - *Actividad 5: curso práctico sobre calidad de los datos de toda la red del ozono, Hradec Králové (Chequia); 14 a 18 de febrero de 2011.*
 - *Actividad 6: reubicación del instrumento Dobson núm. 14 (anteriormente instalado en Tromsø (Noruega)) a Tomsk (Federación de Rusia), y curso de capacitación sobre instrumentos Dobson en Hradec Králové (Chequia); 7 a 14 de abril de 2015.*
 - *Actividad 7: curso de formación sobre instrumentos Dobson en Amberd (Armenia); 28 de septiembre a 4 de octubre de 2015.*
 - *Actividad 8: campaña de comparación de instrumentos Dobson para Asia, organizada por el Organismo de Meteorología del Japón en Tsukuba (Japón); 7 a 25 de marzo de 2016.*
 - *Actividad 9: campaña de comparación de instrumentos Dobson para Australia y Oceanía, organizada por la Oficina Australiana de Meteorología, en Melbourne (Australia); 13 a 24 de febrero de 2017.*
- 2) Actividades proyectadas

24. A continuación, se enumeran las actividades a las que la novena reunión de los Administradores de Investigaciones sobre el Ozono otorgó prioridad para su financiación en 2014. Tras obtener la aprobación del Comité Consultivo del Fondo Fiduciario, serán financiadas por el Fondo Fiduciario:

- Reubicación del Dobson núm. 8 (anteriormente instalado en Spitsbergen (Noruega) y propiedad del Instituto Polar Noruego) a Singapur, tras actividades de reparación y calibración en Alemania, y envío del Dobson núm. 7, actualmente instalado en Singapur e inutilizado, a Alemania para su posible reparación. Está previsto que estas actividades se lleven a cabo en el segundo semestre de 2017.
- Curso de formación sobre mediciones del ozono con el instrumento Brewer en el marco de una reunión del grupo de usuarios del Brewer. La reunión se celebrará en Sydney (Australia) del 4 al 9 de septiembre de 2017. El presupuesto se dividirá entre el Fondo Fiduciario del Convenio de Viena y el Fondo Fiduciario de la Brewer en el Canadá.
- Campaña de comparación de instrumentos Dobson para África Septentrional y Meridional. La campaña para África Septentrional será organizada por la Agencia Estatal de Meteorología de España y se celebrará en El Arenosillo (España) del 4 al 15 de septiembre de 2017. La campaña para el África Meridional será organizada por el Servicio de Meteorología de Sudáfrica y se celebrará en Irene (Sudáfrica), entre septiembre y octubre de 2018.
- Está previsto que se celebre una campaña de comparación de instrumentos para América del Sur y América Latina, organizada por el Servicio Meteorológico Nacional de la Argentina y que tendrá lugar en Buenos Aires del 13 de noviembre al 1 de diciembre de 2017.

25. 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 2016 se recibieron seis propuestas y el Comité Consultivo del Fondo Fiduciario examinó la posibilidad de financiarlas en marzo de 2017. Su aplicación dependerá de la disponibilidad de fondos. Se están remitiendo a los proponentes observaciones derivadas de las evaluaciones del Comité Consultivo. Las seis propuestas son las siguientes:

- *Belarús*: preparación y ejecución de sesiones de comparación de tres instrumentos diseñados y actualmente en funcionamiento en el Centro Nacional de Investigación y Educación para la Vigilancia del Ozono de la Universidad Estatal de Belarús para vigilar el ozono total y la radiación ultravioleta en Belarús.
- *Ecuador*: proyecto Ecuatorian Highlands Ozonesondes (ECHOZ).
- *Kenya*: fomento de la capacidad de gestión de datos y calibración de instrumentos.
- *Omán*: medición de la variación estacional y diurna del ozono, en aras de mejorar los conocimientos sobre las estimaciones de las tendencias del ozono: un estudio de caso de Omán.
- *Togo*: construcción y equipamiento de un laboratorio para la medición continua de la capa de ozono estratosférica y el ozono de la atmósfera.
- *Propuesta de proyecto conjunto de la VAG/OMM y SHADOZ*: experimento de comparación de las sondas del ozono Jülich (JOSIE) en 2017.

Principales recomendaciones sobre creación de capacidad derivadas de la décima reunión de los Administradores de Investigaciones sobre el Ozono:

- 1) Determinar las necesidades de los distintos países y mejorar la comunicación dentro de las regiones para prestar mejor atención y apoyo a esas necesidades. Antes de poder ofrecer formación y capacitación de cualquier tipo, es preciso comprender el nivel de conocimientos, formación, instrumentación y apoyo que existe en las comunidades locales. Debe comprenderse también de qué forma tendrá continuidad la capacidad establecida cuando el apoyo se preste desde el país. El apoyo a largo plazo mediante acuerdos de hermanamiento resulta esencial, al igual que disponer de puntos de contacto específicos con expertos regionales.
- 2) Ofrecer oportunidades de capacitación a operadores de estaciones locales en los países en desarrollo. Esos recursos humanos disponen de valiosos conocimientos locales que

posteriormente podrían ayudar a capacitar a otras personas en sus países. Los participantes en la décima reunión de los Administradores de Investigaciones sobre el Ozono expresaron la necesidad de más capacitación sobre técnicas de medición, manejo de datos y métodos de análisis básicos. Dicha capacitación podría complementarse con material en línea, vídeos, programas informáticos y comunicación en tiempo real con los instructores. Con ello mejorará el nivel de conocimientos científicos locales, la capacidad de recopilación de datos y la garantía de calidad. Es preciso generar y compartir materiales de apoyo y guías adaptadas al nivel de instrucción.

- 3) 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 resultan clave para el establecimiento de esas relaciones.
 - 4) 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 de observación del ozono depende de esos ejercicios. Las campañas de calibración y comparación también incluyen la 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.
 - 5) Facilitar la reducción de las diferencias entre las distintas comunidades por mediación de la OMM y la Secretaría del Ozono. Debe mejorarse la colaboración entre los funcionarios responsables del ozono y las agencias meteorológicas nacionales. En muchos de los países 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.
 - 6) Aumentar las actividades de divulgación mediante la identificación de fuentes de financiación alternativas (por ejemplo, fabricantes, sector privado, etc.) y el apoyo a las actividades de desarrollo.
 - 7) Los países que operan al amparo del artículo 5 y los países con economías en transición deben recibir apoyo y aliento 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.
 - 8) Debe crearse un grupo de trabajo, con la orientación del Comité Consultivo del Fondo Fiduciario, a fin de mantener y mejorar la capacidad científica de todas las Partes en el Protocolo de Montreal. Este grupo de trabajo podría incluir a científicos de organizaciones con capacidad científica contrastada y otros necesitados de incrementar su capacidad científica.
-