



**Programa de las  
Naciones Unidas  
para el Medio Ambiente**



Distr.  
GENERAL

UNEP/OzL.Pro/ExCom/70/53/Rev.1\*  
3 de octubre de 2013

ESPAÑOL  
ORIGINAL: INGLÉS

COMITÉ EJECUTIVO DEL FONDO MULTILATERAL  
PARA LA APLICACIÓN DEL  
PROTOCOLO DE MONTREAL  
Septuagésima Reunión  
Bangkok, 1 – 5 de julio de 2013

**DOCUMENTO DE DEBATE SOBRE CÓMO REDUCIR AL MÍNIMO LOS EFECTOS  
CLIMÁTICOS ADVERSOS DE LA ELIMINACIÓN DE LOS HCFC EN EL SECTOR DE  
SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE REFRIGERACIÓN (DECISIÓN 68/11)**

\*Esta revisión se emite para combinar los documentos UNEP/OzL.Pro/53/70 y Corr.1

Los documentos previos al período de sesiones del Comité Ejecutivo del Fondo Multilateral para la Aplicación del Protocolo de Montreal no van en perjuicio de cualquier decisión que el Comité Ejecutivo pudiera adoptar después de la emisión de los mismos.

## Antecedentes

1. En la 66ª Reunión, en el contexto de las deliberaciones sobre los planes de gestión de eliminación de los HCFC pendientes de aprobación, uno de los miembros integrantes del Comité Ejecutivo planteó la cuestión de la repercusión en el clima derivada de la eliminación del consumo de tales HCFC en el sector de servicio y mantenimiento de los equipos de refrigeración. Se indicó que si bien había algunas actividades, tales como las de capacitación de técnicos, que podrían redundar en un beneficio para con el clima, el beneficio climático derivado de la retroadaptación de los equipos de refrigeración iba en función del potencial de calentamiento atmosférico (PCA) de las tecnologías alternativas que se usaran. Habida cuenta de que la cuestión de la repercusión que los cambios que se van acometiendo en el sector pudiera tener en el clima ya se ha tratado en una serie de Planes de gestión de eliminación de los HCFC individuales, cabe la posibilidad de que el Comité Ejecutivo estime oportuno examinar un planteamiento más general de estas cuestiones interrelacionadas.

2. Fundamentándose en ello, se propuso un proyecto de recomendación<sup>1</sup> en el que se recogieran los siguientes elementos fundamentales, a saber:

- a) Que los países que operan al amparo del artículo 5 que tengan Planes de gestión de eliminación de HCFC aprobados en los que se trate el sector de servicio y mantenimiento de equipos de refrigeración, habrán de dar prioridad a las actividades que fomenten la reducción de las emisiones de los HCFC y de otros refrigerantes (por ejemplo, la capacitación de técnicos, las buenas prácticas en las tareas de servicio y mantenimiento y en las de recuperación/reutilización) respecto de otras que alienten el cambio o la retroadaptación de equipos formulados con HCFC; y
- b) Que cuando existan y puedan obtenerse comercialmente alternativas de consumo energético eficiente y bajo PCA, en contraposición a los HCFC utilizados como refrigerantes en las aplicaciones pertinentes al caso, los países sopesarán debidamente el adquirir un conocimiento de los obstáculos que impiden la introducción de tales alternativas, y alentarán el diálogo entre las partes interesadas clave con objeto de reflexionar sobre el ozono y el consumo energético eficiente; crear políticas y/o códigos/normas destinados a superar tales obstáculos y fomentar/promover la introducción de tales alternativas en sus mercados nacionales; crear actividades posibilitadoras; y seleccionar tales alternativas en todo programa de incentivos destinado a la conversión del usuario final siempre que las condiciones locales permitan su sostenibilidad a largo plazo.

3. A lo largo de las deliberaciones de reflexión que se mantuvieron, hubo sugerencias que abogaban por remitirse a las alternativas de consumo energético eficiente ante el consumo de los HCFC, y a que hubiera programas de incentivos que abarcaran algo más que la mera conversión de los usuarios finales. Se manifestaron también puntos de vista en los que se indicaba la necesidad de disponer de más tiempo para realizar consultas que permitieran sopesar las repercusiones de los Planes de gestión de eliminación de los HCFC ya aprobados, la repercusión atinente a las políticas y reglamentos reguladores de las sustancias que agotan la capa de ozono (SAO), así como lo relativo a los costos. Se manifestó también que, por razones técnicas y económicas, algunos países pueden verse con una capacidad limitada para hacer uso de las alternativas de bajo PCA en contraposición al consumo de los HCFC, incluso cuando aquellas fueran obtenerse comercialmente. Dado que no se llegó a un consenso respecto del proyecto de

---

<sup>1</sup> El texto completo del proyecto de recomendación que propone el responsable de las convocatorias del Grupo de Contacto puede encontrarse en el anexo VI del documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/67/39.

recomendación, el Comité Ejecutivo lo pospuso hasta su 67ª Reunión para someterlo a un examen ulterior (Decisión 66/20).

4. El Comité continuó deliberando sobre esta cuestión en sus Reuniones 67ª y 68ª. En estas reuniones se expresaron las mismas preocupaciones que en los debates anteriores, además de plantearse otras de nuevo cuño en las que se incluyeron los riesgos potenciales conexos a las alternativas al consumo de los HCFC, que los países que operan al amparo del artículo 5 puede que no dispongan de la capacidad necesaria para usarlos y también por no estar familiarizados con las tareas necesarias para trabajar con otras nuevas alternativas propuestas.

5. Partiendo de todo esto, el Comité Ejecutivo pidió a la Secretaría que, en coordinación y consulta con los organismos bilaterales y de ejecución, preparase una ponencia de reflexión para la 70ª Reunión con idea de reseñar las cuestiones clave y las consideraciones a tener en cuenta a la hora de seguir fomentando estrategias, planteamientos y tecnologías destinados a reducir al mínimo toda repercusión que menoscabara el clima como consecuencia de las actividades de eliminación del consumo de los HCFC en el sector de servicio y mantenimiento de los equipos de refrigeración, y todo ello en el contexto de la Decisión XIX/6 de la 19ª Reunión de las Partes (Decisión 68/11).

#### Ámbito del documento

6. La Secretaría ha preparado el presente documento como respuesta a la Decisión 68/11. En él se describen brevemente las consideraciones fundamentales a tener en cuenta para reducir al mínimo la repercusión en el clima que pudieran ejercer las actividades acometidas en el sector de servicio y mantenimiento de equipos de refrigeración, se facilita una reseña de las actuales tareas que se acometen en dicho sector, se reseñan las experiencias obtenidas de la eliminación del consumo de clorofluorocarbonos (CFC) en este sector que son aplicables a la eliminación del consumo de HCFC; y se propone una recomendación.

7. A la hora de preparar el presente documento, la Secretaría tuvo en cuenta las decisiones del Comité Ejecutivo conexas al sector de servicio y mantenimiento de equipos de refrigeración, la experiencia acumulada por el Fondo Multilateral en lo tocante al análisis de las actividades en componentes individuales<sup>2</sup> y a los planes de eliminación<sup>3</sup> con que se aborda el sector de servicio y mantenimiento; los estudios de caso y las evaluaciones terminadas por el Oficial superior de supervisión y evaluación; así como los informes de culminación de proyectos (ICP). La Secretaría examinó también las publicaciones pertinentes publicadas, y el Programa de Asistencia al Cumplimiento del PNUMA; las ponencias técnicas presentadas en las reuniones de la red regional del PNUMA; el informe del Grupo de evaluación tecnológica y económica que trata de la información adicional sobre alternativas a las SAO; así como publicaciones y boletines sobre equipos de climatización y refrigeración.

8. El documento se beneficia también de las considerables consultas y deliberaciones mantenidas con los organismos bilaterales y de ejecución, los cuales aportan la información pertinente acumulada de sus experiencias in situ. La Secretaría desea manifestar sus mayores agradecimientos por las aportaciones efectuadas por los organismos. Empero, y como consecuencia de la complejidad de la tarea y del tiempo del que dispusimos, no fue posible compartir con ellos la versión definitiva del documento.

---

<sup>2</sup> Incluidos, entre otras cosas, los programas para técnicos en equipos de refrigeración y funcionarios de aduanas; los programas de recuperación y reciclaje; y la retroadaptación de equipos de refrigeración, aprobados desde la 4ª Reunión del Comité Ejecutivo (celebrada en junio de 1991).

<sup>3</sup> Incluidos: los planes de gestión de refrigerantes, los planes de gestión de eliminación definitiva, los planes nacionales de eliminación para los países que no son de bajo consumo, y, más recientemente, los planes de gestión de eliminación de los HCFC.

## **Consideraciones fundamentales para reducir al mínimo los efectos climáticos adversos que pudieran derivarse de las tareas en el sector de servicio y mantenimiento de equipos de refrigeración**

### Sector de servicio y mantenimiento de equipos de refrigeración

9. La expresión “sector de servicio y mantenimiento de equipos de refrigeración” describe principalmente sólo las tareas que se acometen en los equipos de refrigeración actualmente en funcionamiento. En realidad, la experiencia de los técnicos se emplea también en las tareas adicionales de montaje, instalación, carga inicial, y entrega y puesta en funcionamiento de nuevos equipos de refrigeración, especialmente en los casos en los que tales equipos se fabrican ex profeso para instalaciones específicas (por ejemplo, grandes superficies, transporte refrigerado, etc.). Se estima que la carga inicial de refrigerante alcanza a ser de entre el 20 y el 60 por ciento del consumo de HCFC en el sector de servicio y mantenimiento de la mayoría de los países. La Secretaría apenas dispone de datos sobre la distribución del consumo en este sector, la cual queda repartida entre el servicio propiamente dicho y el montaje /instalación/carga inicial /entrega y puesta en funcionamiento. De hecho, el consumo de HCFC-22 conexo a la instalación y carga inicial de los equipos de refrigeración brilla por su ausencia en la mayoría de casi todos los Planes de gestión de eliminación de los HCFC. La diferencia principal entre los dos grupos de tareas es que, en muchos casos en los que se realizan tareas de montaje, instalación, carga inicial y entrega y puesta en funcionamiento en el marco del sector de servicio y mantenimiento, la elección de la tecnología a utilizar no se ve limitada por un sistema ya existente. A título comparativo, las actuales tareas de servicio y mantenimiento en los equipos de refrigeración representan tan sólo una posibilidad limitada de pasar a la tecnología seleccionada cuando se adquiere el equipo, dado que cada sistema de refrigeración se ha concebido y diseñado específicamente para un refrigerante determinado y concreto.

10. Las tareas de montaje, instalación, carga inicial y entrega y puesta en funcionamiento de nuevos equipos de refrigeración, que llevan a cabo las mismas personas que acometen las tareas de servicio y mantenimiento del equipo en funcionamiento, van en función de la tecnología seleccionada para los nuevos sistemas de los equipos de refrigeración y climatización, si bien no se tratarán en detalle en el presente documento. En cierta medida, el Comité Ejecutivo ya abordó este sector en sus decisiones sobre montaje, instalación y servicio y mantenimiento de los equipos de refrigeración (Decisión 31/45) y al montaje de los equipos de refrigeración, además de las actividades de los sectores de servicio, mantenimiento y fabricación de equipos de refrigeración (Decisión 62/14). Si bien el Fondo Multilateral ha aprobado actividades en algunas empresas de montaje de equipos de refrigeración, ello ha sido así en el contexto de algunas empresas que montan equipos de refrigeración en el marco de proyectos generales o de planes de eliminación en los se desconocían los pormenores de las condiciones específicas, los planteamientos empleados no habían sido nunca plenamente debatidos en el seno del Comité Ejecutivo, y, además, hasta la falta se carece de el análisis del sector, de la retroalimentación de la información sobre resultados respecto de la experiencia acumulada, así como de una estrategia concisa al respecto.

### Repercusión en el clima derivada de las actividades acometidas en el sector de servicio y mantenimiento de equipos de refrigeración

11. El menoscabo del clima, en lo tocante a la eliminación del consumo de los HCFC en el sector de servicio y mantenimiento de equipos de refrigeración, se remite a un incremento de las emisiones de gases de invernadero (expresadas en términos de CO<sub>2</sub>-equivalente) respecto de la situación actual. En lo tocante al sector de equipos de refrigeración<sup>4</sup>, las emisiones de gases de invernadero podrían remitirse, típicamente, al suministro de energía eléctrica como energía motriz del proceso de enfriamiento, en el que

---

<sup>4</sup> Esto incluye a los climatizadores y a las bombas de calor.

la energía eléctrica de un gran número de países se genera por oxidación de combustibles sólidos. A pesar de existir, hasta cierto punto, la posibilidad de incrementar la eficiencia de un ciclo de refrigeración por medio de un mejor diseño y del uso de componentes de mayor calidad, el consumo de una considerable cantidad de la energía es algo inherente al funcionamiento de un sistema de refrigeración. En función de los métodos empleados para generar la energía, y en lo que a la electricidad se refiere, dicha electricidad se fusiona en una red de distribución, en la que un considerable grado de emisiones de CO<sub>2</sub> corresponden al funcionamiento de los equipos de refrigeración; estas emisiones se denominan emisiones indirectas.

12. Además de las emisiones indirectas, los refrigerantes, que tendrían que permanecer en el marco de un ciclo precintado, se emiten inexorablemente en considerables cantidades durante la fabricación, instalación, funcionamiento, servicio, mantenimiento y eliminación del equipo. En la práctica, casi todos los refrigerantes son productores de gases de efecto invernadero y, como caso concreto, los refrigerantes halogenados incombustibles (CFC-12, HCFC-22, HFC-134a, HFC-125 como componentes de HFC-410A, y otros) presentan con frecuencia un potencial PCA que es más de 1 000 veces superior al del CO<sub>2</sub>. A fecha de hoy se dispone de datos históricos escasos y poco fiables sobre las emisiones directas e indirectas conexos al sector de servicio y mantenimiento de equipos de refrigeración de los países que operan al amparo del artículo 5.

13. Las tareas de servicio y mantenimiento de los equipos de refrigeración pueden ejercer una repercusión sobre las emisiones indirectas que puede medirse. La eficiencia del consumo energético de los equipos de refrigeración no solo depende de la tecnología utilizada, de los esfuerzos en el diseño y de la selección de los componentes, sino también, y hasta un punto considerable, del ajuste o reglaje apropiado de los mandos de control (lo que con frecuencia se efectúa o ajusta in situ), así como de la limpieza de los termointercambiadores y de la facilidad con que circulan los flujos de aire. El deterioro de la eficiencia en el consumo energético por falta de servicio y mantenimiento de carácter no crítico es algo que raramente tiene algo que ver específicamente con la tecnología, y que sin problema alguno puede ejercer una mayor influencia en las emisiones indirectas que la propia elección de la tecnología. El ajuste apropiado de los mandos de control depende de la experiencia del personal de servicio y mantenimiento y del servicio que se suministre, al tiempo que la limpieza de los termointercambiadores y el asegurarse de que la circulación del aire es la adecuada, va en función de la frecuencia y atención al detalle con el que se ejecute esta tarea específica, ya sea ejecutada por técnicos en servicio y mantenimiento de equipos de refrigeración o, en parte, por personal menos especializado; por ejemplo, por los propios propietarios del equipo. Ambas prácticas ejercen un impacto considerable en el consumo eficiente de cada equipo de refrigeración o de climatización que se atienda; sin embargo, este impacto es sumamente difícil de cuantificar y supervisar en el plano nacional, y difícilmente tiene algo que ver con la eliminación del consumo de los HCFC. No obstante, las actividades de concienciación y distribución de información técnica apropiada sobre las medidas que es necesario tomar para lograr una reducción del consumo energético como se describió anteriormente, sí podrían implantarse paralelamente con los Planes de gestión de eliminación de los HCFC.

14. Las tareas de servicio y mantenimiento de los equipos de refrigeración ejercen, en general, un impacto importante sobre las emisiones directas. Estas son conexas a las pequeñas fugas y rupturas, así como a las emisiones que se producen durante la instalación, servicio y mantenimiento y cambio o puesta fuera de servicio de tales equipos de refrigeración. Las emisiones por cada sistema tienden a incrementar proporcionalmente a la carga de refrigerante del equipo y con los crecientes ajustes del ciclo de refrigeración. El Cuadro 1 recoge una reseña de un número de causas de emisiones de refrigerantes a la atmósfera, y de las posibles formas de atajarlas en el marco del sector de mantenimiento y servicio. En el anexo I se incluyen consideraciones adicionales sobre la medición del impacto climático en el sector de servicio y mantenimiento de equipos de refrigeración.

**Cuadro 1: Causas de las emisiones de refrigerantes en el funcionamiento de equipos de refrigeración y posibles formas de reducirlas**

Causa de la emisión		Conexa al volumen de la carga	Posibles formas generales de reducir emisiones específicas <sup>5</sup>
Generalidades	Pormenores		
Pequeñas fugas	Uso de componentes/conexiones que presentan fugas		Mejora del diseño / prohibición de ciertos componentes / conexiones
	Conexión o soldadura fuerte insuficiente		Mejora de la calidad de fabricación / montaje Mejora de las pruebas de fugas en fábrica / durante el montaje Mejora de la calidad y de los procedimientos de servicio Mejora de las pruebas de fugas durante las labores de servicio y mantenimiento
Rupturas	Vibraciones	X	Mejora del diseño Mejora del montaje Mejora de la instalación Mejora en el ajuste / reglaje de los mandos de control
	Accidentes	X	Mejora de la calidad y de los procedimientos de instalación
Práctica de servicio y mantenimiento	Todas las emisiones ocasionadas durante las reparaciones o el ciclo de refrigeración	X	Mejora del equipo y de la calidad de las reparaciones para reducir la frecuencia de servicio
	Ventilación a la atmósfera antes de la reparación	X	Recuperación y regeneración (reciclado)
	Limpieza de los residuos de soldadura fuerte con refrigerante		Uso de disolventes (no HCFC-141b) Uso de nitrógeno durante la soldadura fuerte (atmósfera inerte)
	Verificación del funcionamiento seguida de ventilación a la atmósfera en caso de mal funcionamiento	X	Recuperación y reutilización Mejora de la calidad en las tareas de servicio y mantenimiento
	Prueba de fugas seguida de ventilación a la atmósfera	X	Uso de nitrógeno (y de oligoelementos de refrigerante) Mejora de la calidad de las tareas de servicio y mantenimiento Recuperación (si se usa refrigerante puro)
	Emisiones de refrigerante residual presente en las mangueras		Mejora de las prácticas de servicio y mantenimiento (secuencia a seguir durante la carga)
	Emisiones de refrigerante residual presente en cilindros/balas de refrigerante desechables		Prohibición de cilindros/balas desechables siempre que sea posible
Fin de vida útil	Sin recuperación	X	Recuperación y regeneración (reciclado)
N.C.	Reducción del volumen de las cargas		Mejora del diseño Mejora de los componentes Mejora del montaje

<sup>5</sup> Ejemplos; podría requerir la culminación de varias actividades coordinadas; algunas actividades pueden atender a múltiples rutas.

Planteamientos para reducir al mínimo las repercusiones climáticas como consecuencia de la eliminación del consumo de HCFC en el sector de servicio y mantenimiento de equipos de refrigeración

15. La reducción al mínimo del menoscabo en el clima como consecuencia de las actividades de eliminación del consumo de HCFC en el sector de servicio y mantenimiento de equipos de refrigeración puede, por ende, lograrse:

- a) Induciendo un cambio en la elección de la tecnología y dirigiéndola hacia otras que presenten un menor impacto en el clima, en lo que respecta a los sistemas nuevos de refrigeración cargados en fábrica como el enfoque más eficiente para reducir al mínimo la repercusión en el clima. Los posibles esfuerzos para centrarse en esta cuestión no abordan el sector de servicio y mantenimiento, por lo que en el presente documento no se tratan en profundidad;
- b) Induciendo un cambio en la elección de la tecnología y dirigiéndola hacia otras que presenten un menor impacto en el clima, en lo que respecta a los nuevos sistemas de refrigeración en los que el sector de servicio y mantenimiento ejecuta, concretamente, la carga y la puesta en funcionamiento iniciales, pero también frecuentemente el montaje y/o la instalación. Los esfuerzos para centrarse en esta cuestión incluye el fomento de la concienciación y la capacitación en el uso, servicio y mantenimiento de las nuevas tecnologías, acometidos como parte de las actividades conexas a dicho servicio y mantenimiento;
- c) Reduciendo el volumen de la carga, lo que a su vez reduce el volumen de los refrigerantes que se emiten a la atmósfera en una serie de hipótesis diferentes (véase el Cuadro 1), concretamente en el caso de sistemas en los que el sector de servicio y mantenimiento ejecuta también el montaje y/o la instalación;
- d) Reduciendo las emisiones de refrigerante a la atmósfera durante las tareas de servicio y mantenimiento;
- e) Mejorando la calidad del producto, la calidad de la instalación y la calidad de las tareas de servicio y mantenimiento, reduciendo así la frecuencia de las fugas, las rupturas y las reparaciones;
- f) Mejorando la eficiencia del consumo energético de los equipos mejorando las prácticas de mantenimiento (por ejemplo, el ajuste y reglaje de los mandos de control y la limpieza de los componentes de los sistemas); y
- g) Retroadaptando los equipos de refrigeración a las tecnologías que presenten un menor potencial PCA, siempre que sea posible, y presuponiendo para ello que se cumplen las siguientes condiciones previas: la conversión es posible sin peligro; las emisiones de refrigerantes durante la conversión más las futuras emisiones de los mismos de menor potencial PCA durante el resto de la vida útil, medido en toneladas de CO<sub>2</sub>-equivalente, son menores que las correspondientes al funcionamiento continuo del sistema vigente sin efectuar cambio alguno; los incrementos de las emisiones indirectas como consecuencia de los posibles incrementos del consumo energético conexo a la retroadaptación no superan los ahorros en emisiones directas, por lo que no los compensan; e incentivos suficientes (tanto de carácter regulador como económico) para impedir que tras la retroadaptación se vuelva a consumir HCFC.

## **Reseña del actual sector de servicio y mantenimiento de equipos de refrigeración**

16. La eliminación del consumo de CFC en el sector de servicio y mantenimiento de equipos de refrigeración ha sido, de largo, una de las prioridades del Comité Ejecutivo. El Comité aprobó programas de capacitación para técnicos en equipos de refrigeración, y para proyectos de recuperación y reciclaje, ya en fechas de 1991. A medida que los programas de eliminación de SAO avanzaron, se fueron incluyendo los proyectos de recuperación y reciclaje y los programas de capacitación, convirtiéndolos en planes de gestión de refrigerantes, al considerarse un planteamiento más general y rentable para reducir el consumo de SAO en el sector de servicio y mantenimiento. Hacia finales de 2010, los planes de gestión de refrigerantes se sustituyeron por planes nacionales/definitivos de gestión de la eliminación, incluidos los compromisos y las actividades para lograr la eliminación total del consumo de los CFC.

17. En el caso de la mayoría de los países que operan al amparo del artículo 5, el sector de servicio y mantenimiento de equipos de refrigeración sigue siendo el mayor o el único consumidor de SAO. La información que se deriva de los Planes de gestión de eliminación de los HCFC aprobados arroja que, aproximadamente, 95 de los países que operan al amparo del artículo 5 consumen HCFC-22 sola y exclusivamente para tareas de servicio y mantenimiento de los equipos de refrigeración y climatización en funcionamiento. En el caso de los otros 50 países restantes que, además de las tareas de servicio y mantenimiento, disponen de empresas que consumen HCFC en la fabricación, el sector de servicio y mantenimiento de equipos de refrigeración pasa también a tener un carácter crítico a medida que comienza a eliminarse el consumo de HCFC en los sectores de fabricación. Ante este hecho consumado, y en vista de la constante emisión de refrigerantes a la atmósfera, las medidas que se tomen en todos los países que operan al amparo del artículo 5 para mejorar el desempeño en sus sectores de servicio y mantenimiento contribuirán considerablemente a reducir a un mínimo las repercusiones en el clima.

18. El sector de servicio y mantenimiento de equipos de refrigeración consume actualmente HCFC-22 como refrigerante en un gran número y diversidad de equipos de climatización de viviendas (portátiles, con condensador en dos bloques, etc.), sistemas comerciales de climatización de mayor envergadura (entubado y en dos bloques, de instalación en tejado, monobloque, centralizado), sistemas de refrigeración comercial (autónomos, grupo frigorífico integral, centralizados), y para otras aplicaciones de refrigeración (pescaderías, salas de frío, transporte refrigerado). El HCFC-22, el HCFC-124 y el HCFC-142b son también componentes de las mezclas refrigerantes utilizadas para el relleno de sistemas de refrigeración formulados con CFC-12, el HCFC-123 se emplea como refrigerante para enfriadores de gran envergadura, y el HCFC-141b se utiliza como disolvente (para la limpieza de los circuitos de refrigeración)<sup>6</sup>. Además, de los HCFC, el sector de servicio y mantenimiento de equipos de refrigeración emplea a veces una gran diversidad de diferentes hidrofluorocarbonos (HFC) en forma de mezclas o en estado puro, siendo el más común y corriente el HFC-134a y HFC-404A en el sector de refrigeración comercial, y el HFC-410A y el HFC-407C en el sector de climatización. El porcentaje de HCFC-22 de importación en el servicio y mantenimiento de equipos de refrigeración y climatización, en comparación con otros refrigerantes, depende, entre otras cosas, de las condiciones climáticas, de las principales actividades económicas (es decir, industriales y agrícolas), del volumen demográfico y de la concentración demográfica. En el caso de un país de tamaño medio, el HCFC-22 podría alcanzar aproximadamente el 50 por ciento del total de los refrigerantes importados al país<sup>7</sup>.

---

<sup>6</sup> En el anexo II se recoge un análisis de la distribución del consumo del HCFC-22 por subsectores en los países que operan al amparo del artículo 5 y de los regímenes de emisiones de refrigerante conexos.

<sup>7</sup> Ejemplo fundamentado en el Plan de gestión de eliminación de los HCFC en Perú. Una información general sobre el consumo de HFC en el sector de equipos de refrigeración se incluye tan sólo en algunos de los Planes de gestión de eliminación de los HCFC.



19. Los países que operan al amparo del artículo 5 se enfrentan al reto de tener que seleccionar las alternativas para sustituir a los equipos ya instalados con formulación de HCFC-22 en el contexto de la Decisión XIX/6. Los HFC ya se utilizan en la mayoría de estos países y, dadas las condiciones reinantes, cabe esperar que los equipos formulados con HCFC que se encuentren al final de su vida útil sean reemplazados con equipos formulados con HFC, lo que ya está teniendo lugar en muchos países. Teniendo en cuenta las tecnologías que pueden obtenerse comercialmente, además de otros factores socioeconómicos, los sistemas de climatización formulados con HCFC-22 se reemplazaron en muchos países por otros formulados con HFC-410A, HFC-407C y HFC-134a (en menor medida), mientras que los enfriadores formulados con HCFC-123 se sustituyeron por otros formulados con HFC-134a. En lo tocante a la refrigeración comercial, al transporte refrigerado y a ciertas aplicaciones industriales (es decir, producción de productos químicos), las tecnologías formuladas con HCFC se sustituyeron principalmente por otras formuladas con HFC-134a y HFC-404A, seguido por HFC-507A, HFC-407C y HFC-410A. Los hidrocarburos (HC) y el CO<sub>2</sub> se han venido empleando en ciertas aplicaciones, si bien a muy pequeña escala. Se ha considerado un cierto número de tecnologías de sustitución por otros procedimientos como opciones potenciales, habiéndose obtenido resultados alentadores en lo que a la eficacia en el consumo energético se refiere, y que se han introducido en los sistemas de enfriamiento urbano de algunos países. Hasta la fecha, el Fondo Multilateral no dispone de experiencia sobre estas tecnologías<sup>8</sup>.

20. Como se recoge en el informe de información adicional sobre alternativas a las SAO, elaborado por el Grupo de evaluación técnica y económica, en respuesta a la Decisión XXIV/7 de las Partes<sup>9</sup>:

- a) Los refrigerantes formulados con HFC y las mezclas de estos formuladas con HFC (por ejemplo, HFC-134a, HFC-404A, HFC-407A/C/F, HFC-410A) y los equipos que las consumen se han podido obtener comercialmente desde hace ya varios años. Por ende, bien podrían adoptarse inmediatamente para reemplazar a los equipos formulados con HCFC y reducir así la población de estos equipos actualmente en funcionamiento y la demanda futura de los HCFC en labores de servicio y mantenimiento. Se dispone también de una amplia experiencia en el diseño e instalación de equipos y componentes, lo que les hace aceptables en términos de desempeño y consumo energético en comparación con los sistemas formulados con HCFC-22; no obstante, en el consumo de los HFC las emisiones directas de los HCFC meramente se reemplazan por las emisiones de otros refrigerantes de elevado potencial de calentamiento atmosférico. En general, los HFC no son inflamables, teniendo en cuenta ciertas excepciones tales como el HFC-32 o diversas mezclas en la que se incluyen los fuelóleos pesados (HFO), lo que se describe *infra* por separado en b) y e);
- b) Aunque el HFC-32 es un componente del HFC-410A, normalmente no se encuentra en estado puro como refrigerante. Actualmente hay un suministro limitado de equipos

---

<sup>8</sup> La evaluación de 2010 acometida por el Comité de opciones técnicas en refrigeración, climatización y bombas de calor recoge que aunque las tecnologías tales como la de los sistemas de enfriamiento por absorción, o deshumectación, los sistemas Stirling, y los de enfriamiento por evaporación, son técnicamente factibles, no han avanzado demasiado en términos de su viabilidad comercial. No obstante, y en ciertas aplicaciones, tales como las de los enfriadores y las de sistemas de climatización de gran envergadura, los ahorros energéticos con considerables y algunas de estas tecnologías han pasado a ser más competitivas. El PNUD se encuentra analizando la absorción en uno de sus proyectos como una de las posibles alternativas a la conversión de un enfriador.

<sup>9</sup> FUENTE: Informe del Grupo de evaluación técnica y económica (GETE) sobre información adicional atinente a las alternativas a las SAO (Decisión XXIV/7). El informe recoge una reseña más pormenorizada, sustancia a sustancia.

formulados con HFC-32<sup>10</sup> y de componentes conexos, incluidos compresores. La eficiencia de su consumo energético es comparable a la del HFC-410A y su potencial PCA es de 716, lo que equivale a una reducción moderada de las emisiones de CO<sub>2</sub> en comparación con el HCFC-22. Puesto que está clasificado con un índice de inflamabilidad<sup>11</sup> menor, su introducción requeriría la adopción de reglamentos, normas y códigos de prácticas atinentes al uso seguro de refrigerantes con menor índice de inflamabilidad y la consecuente capacitación de los técnicos en equipos de refrigeración;

- c) Los HC pueden obtenerse comercialmente en su estado puro (por ejemplo, HC-290, HC-600a y HC-1270). El desempeño y la eficiencia en el consumo energético de los equipos que funcionan con HC-290 podría compararse con las del HCFC-22, si bien se dispone de menos experiencia de fabricación. Además, los equipos formulados con hidrocarburos (HC) cuyas cargas de refrigerante excedan de un cierto volumen son por el momento muy escasos, aunque ello puede cambiar en el caso de los equipos de instalación en ventana y condensador separado<sup>12</sup>. Dado su bajo PCA, su implantación representaría una gran reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> en comparación con los que funcionan con HCFC y HFC. Al tratarse de sustancias inflamables<sup>13</sup>, su implantación exigiría la adopción de reglamentos, normas<sup>14</sup> y códigos de prácticas para el uso seguro de refrigerantes inflamables y la correspondiente capacitación de los técnicos en refrigeración;
- d) Aunque actualmente se producen refrigerantes formulados con HFO y algunas mezclas de estos formuladas con HFO (por ejemplo, HFC-1234yf, HFC-1234ze(E), HCFC-1233zd(E)), aún no pueden obtenerse comercialmente en la mayoría de los países que operan al amparo del artículo 5. Sus PCA son inferior a 10. Dado que todos los HCFC-1233zd(E) de calidad se clasifican como de baja inflamabilidad<sup>15</sup>, al igual que el caso de los HC, su introducción necesitaría una adopción de regulaciones, normas y códigos de prácticas para el uso seguro de refrigerantes de baja inflamabilidad y la consecuente capacitación de los técnicos en refrigeración;
- e) Se prevé que las mezclas de los HFC y de los HFO (L-40, L-41, L-20, DR-5, N-13, XP-10, N-40-DR-33) puedan obtenerse comercialmente a lo largo de los próximos dos años, algunos de ellos inicialmente en Asia. Se prevé también que sus costos sean similares o superiores a los de los HFC. Su eficiencia relativa al consumo podría compararse a la del

---

<sup>10</sup> El Fondo Multilateral aprobó proyectos para la fabricación de equipos de climatización en Argelia, Indonesia y Tailandia formulados con HFC-32 (Secretaría del Fondo Multilateral). El Japón ha presentado también equipos de climatización formulados con HFC-32; las evaluaciones de seguridad que están siendo acometidas por grupos tales como AHRI y AREP ayudarán en la elaboración de nuevas normas y regulaciones a adoptar (*JARN 528, Vol 45, 25 January 2013*).

<sup>11</sup> Refrigerantes clasificación como 2L bajo FDIS ISO 817 (baja toxicidad, menor inflamabilidad).

<sup>12</sup> Como parte del plan para el sector de climatización, incluido en su Plan de gestión de eliminación de los HCFC, China se obligó a convertir un mínimo de 18 cadenas para la producción de equipos de climatización para viviendas utilizando tecnología formulada con HC. El proyecto de demostración para el uso del HC-290 en la producción de equipos de climatización en China ha arrojado también buenos resultados.

<sup>13</sup> Clasificación A3 (más baja toxicidad, más elevada inflamabilidad).

<sup>14</sup> Por ejemplo, los proyectistas de sistemas que usen refrigerantes inflamables tendrán que cumplir con las prescripciones de las normas de seguridad aplicables al caso. Como ejemplo de tales normas tenemos la IEC-60335-2-40, que especifica los requisitos de construcción, límites de carga, requisitos de ventilación y requisitos para circuitos de refrigerante secundarios (RTOC, Informe de 2010 sobre refrigeración, climatización y bombas de calor, sección 7.4.7 página 129).

<sup>15</sup> Refrigerante clasificado como A2L bajo FDIS ISO 817 (baja toxicidad, más baja inflamabilidad).

HCFC-22 o el R-410A, según sea la mezcla, y sus PCA oscilan entre 330 y 1410. Algunos de ellos (L-41, L-20 and DR-5) se clasifican como de bajo índice de inflamabilidad; y

- f) El R-717 (amoníaco) puede obtenerse actualmente y utilizarse en grandes aplicaciones industriales. Es económico, su eficiencia es excelente y su PCA es cero, pero se limita a grandes instalaciones, requiere técnicos bien formados y su uso tiene restricciones como consecuencia de su elevado grado de toxicidad. El R-744 (CO<sub>2</sub>) puede también obtenerse comercialmente, su eficiencia es buena, necesitando adaptaciones específicas. Aunque el costo del refrigerante es bajo, el de las adaptaciones y materiales es elevado, lo que restringe su uso en sistemas de poca capacidad.

21. De la hipótesis antedicha parece desprenderse que tiene sentido que los países que operan al amparo del artículo 5 comiencen a prestar la debida consideración a los impedimentos que restringen la posibilidad de introducir adecuadamente tecnologías de baja repercusión en el clima. Algunas de ellas pueden abordarse localmente mediante una serie de actividades que ya son o podrían ser componentes de los Planes de gestión de eliminación de los HCFC, tales como capacitación, códigos de prácticas, desarrollo de reglamentos reguladores, adopción de normas, uso de incentivos, proyectos de demostración de tecnologías y fomento de la concienciación. Los esfuerzos sistemáticos en este sentido, de la mano de un número significativo de países, permitiría la recogida de datos sobre el desempeño de la tecnología en diferentes condiciones y, potencialmente, podría crear una demanda considerable que estimulara la fabricación de sistemas, componentes y refrigerantes.

### **Experiencias obtenidas de la eliminación de los CFC en el sector de servicio y mantenimiento de equipos de refrigeración aplicables a la eliminación de los HCFC**

22. Los planes de gestión de refrigerantes son el primer planteamiento general para reducir el consumo de SAO en el sector de servicio y mantenimiento de equipos de refrigeración en los países que operan al amparo del artículo 5. Los componentes generales principales de los planes de gestión de refrigerantes fueron las políticas conexas a las SAO y la capacitación de los funcionarios de aduanas; la capacitación de técnicos en refrigeración; la recuperación, reciclaje y regeneración; y la retroadaptación y recambio de los equipos. Estos mismos componentes son los que actualmente se incluyen en los Planes de gestión de eliminación de los HCFC a fin de reducir el consumo de los HCFC en el sector de servicio y mantenimiento. Varios de los planteamientos destinados a reducir al mínimo el menoscabo del clima, como consecuencia de la eliminación de los HCFC en el sector de servicio y mantenimiento descrito en la sección anterior, se están actualmente incorporando a los Planes de gestión de eliminación de los HCFC, habida cuenta de la experiencia acumulada durante la ejecución de los programas servicio y mantenimiento de equipos de refrigeración con miras a la eliminación del consumo de CFC<sup>16</sup>, tal y como se presenta *infra*. Estos planteamientos no están destinados a ser genéricos ni aplicables en todos los casos.

#### Marco de reglamentos regulatorios y políticas (incluida la capacitación de funcionarios de aduanas)

23. Los países que operan al amparo del artículo 5 han podido reducir su suministro de SAO restringiendo las importaciones y/o exportaciones, principalmente sirviéndose de sus sistemas de cuotas y concesión de licencias<sup>17</sup>, junto con otras regulaciones de control del consumo de SAO. Tales

<sup>16</sup> El anexo III recoge algunas lecciones aprendidas de la eliminación de los CFC más detenidamente.

<sup>17</sup> El artículo 4b del Protocolo de Montreal prescribe que todas las Partes establezcan un sistema de concesión de licencias de importación y exportación de sustancias controladas, nuevas, usadas, recicladas y regeneradas en los anexos A, B, C y E.

restricciones han pasado a ser cada vez más efectivas durante los últimos años, como ponen de manifiesto los informes de verificación examinados por la Secretaría, los cuales arrojan mejoras considerables en la coordinación entre Dependencias Nacionales del Ozono, entidades de emisión de licencias, funcionarios de aduanas e importadores. La supervisión de las importaciones de SAO ha mejorado también enormemente, y el número de países que utilizan bases datos informatizadas para las adunas es cada vez mayor.

24. Partiendo de la experiencia acumulada en la implantación de sistemas de cuotas y concesión de licencias durante la eliminación de los CFC, los países que operan al amparo del artículo 5 podrán cumplir con sus obligaciones de eliminación de HCFC. Por decisión del Comité Ejecutivo, los sistemas operativos de cuotas y concesión de licencias de HCFC son un requisito previo para tener acceso a los fondos de financiación para la eliminación de los HCFC en el marco de los Planes de gestión de eliminación de los HCFC (Decisiones 54/39 y 63/17 respectivamente).

25. Si bien los sistemas de concesión de licencias relativos a las SAO vigentes en los países que operan al amparo del artículo 5 son aplicables a los controles de sus importaciones y exportaciones de sustancias controladas, según la definición que se recoge en el Protocolo de Montreal, varios países han establecido (o están en proceso de hacerlo) controles para las importaciones (y las exportaciones donde corresponda) de equipos de refrigeración formulados con SAO (tanto nuevos como de segunda mano). Habida cuenta de que cada sistema dependiente de HCFC-22 que se haya importado aumentará la futura demanda de HCFC-22 para fines de servicio y mantenimiento hasta alcanzarse el final de su vida útil, se hace crítico limitar el crecimiento y, posteriormente, reducir el número de equipos instalados, como así se hizo en la mayoría de los países que operan al amparo del artículo 5 durante la eliminación de los CFC, sin dejar de tener presente que el calendario y modalidad de estos controles influirá en la selección de las tecnologías que se introduzcan para sustituir a las formuladas con HCFC. Como se indicó anteriormente, no parece probable que se produzca el recambio inmediato de los equipos formulados con HCFC en funcionamiento por otros de mejor consumo energético formulados con refrigerantes de menor PCA, salvo en el caso de aplicaciones específicas en las que el consumo de amoníaco pudiera ampliarse, el uso de CO<sub>2</sub> pudiera introducirse brindando oportunidades para reducir la carga de refrigerante en los sistemas, o el uso de tecnologías de otros procedimientos (por ejemplo, absorción) pudiera introducirse en los enfriadores o en otras aplicaciones si ello fuera rentable. Sin embargo, en el transcurso de los últimos años, varios de los países que operan al amparo del artículo 5 han optado por seleccionar tecnologías formuladas con HC-290 y/o HFC-32 para sustituir a la de HCFC-22 en la fabricación de equipos de refrigeración y climatización<sup>18</sup>.

26. Dado que muchas de las alternativas que pueden obtenerse comercialmente o que están siendo desarrolladas quedan clasificadas con un cierto grado de inflamabilidad, es necesario adoptar regulaciones, códigos de prácticas y normas (es decir, sobre almacenamiento, transporte, diseño de sistemas y componentes, carga de refrigeración máxima, instalación, servicio y mantenimiento y eliminación del equipo) para asegurar que estas tecnologías se introducen sin peligro. Incluso si los equipos formulados con refrigerantes de bajo PCA pasaran a poder obtenerse comercialmente hoy mismo, los fabricantes no podrían exportarlos a países en los que tales normas no estén vigentes. El marco

---

<sup>18</sup> El Fondo Multilateral aprobó proyectos para la fabricación de equipos de climatización en Argelia, Indonesia y Tailandia formulados con HFC-32 (Secretaría del Fondo Multilateral). El Japón ha presentado también equipos de climatización formulados con HFC-32; las evaluaciones de seguridad que están siendo acometidas por grupos tales como AHRI y AREP ayudarán en la elaboración de nuevas normas y regulaciones a adoptar (*JARN 528, Vol 45, 25 January 2013*). Como parte del plan para el sector de climatización, incluido en su Plan de gestión de eliminación de los HCFC, China se obligó a convertir un mínimo de 18 cadenas de producción de equipos de climatización para viviendas utilizando tecnología formulada con HC. El proyecto de demostración para el uso del HC-290 en la producción de equipos de climatización en China ha arrojado también buenos resultados.

jurídico que es necesario adoptar e implantar y las normas, códigos de prácticas, y regulaciones a ejecutar antes de pasar a utilizar refrigerantes inflamables, deberá determinarse (instalaciones de ensayos, capacitación de funcionarios de aduanas) antes de poder permitir que tales equipos entren en funcionamiento.

27. Se han introducido ya en varios de los países que operan al amparo del artículo 5<sup>19</sup> otras medidas de control que podrían repercutir en la reducción de las emisiones, y parece que podrán implantarse a corto plazo en algunos otros. Tales medidas incluyen la elaboración de informes de obligado cumplimiento por parte de los importadores y exportadores de HCFC; las prohibiciones de contenedores de HCFC “no rellenables” (desechables); los tarifas a pagar por las importaciones de HCFC; la extensión del sistema de concesión de licencias a todos los refrigerantes importados a un país dado (puesto que ello serviría para reducir el comercio ilegal, por ejemplo, importación de CFC-12 al no ser necesario en el pasado una licencia para el HFC-134a, o el incorrecto etiquetaje de los refrigerantes); las medidas de control de las emisiones de HCFC; y las opciones conexas al mantenimiento de registros (por ejemplo, registros cronológicos de HCFC y de equipos formulados con HCFC).

28. Las medidas<sup>20</sup> de control de las emisiones de HCFC facilitan el respaldo jurídico a las buenas prácticas de servicio y mantenimiento y de conservación de los equipos de refrigeración, si bien son más difíciles de ejecutar. De hecho, la capacidad limitada de ejecución de la ley constituye un elemento disuasorio en un gran número de países cuando se trata de establecer un conjunto de políticas generales destinadas al control de los HCFC. Ha habido países que han tenido éxito en la ejecución de medidas comerciales con la asistencia de las autoridades de aduanas. Sin embargo, la ejecución de medidas de control de las emisiones y de aquellas directamente conexas al funcionamiento del sector de servicio y mantenimiento in situ, es otra cuestión que requiere un análisis ulterior. Tales medidas pueden contribuir a reducir al mínimo el menoscabo del clima como consecuencia de las actividades en el sector de servicio y mantenimiento a medida que los gobiernos van ganando una mayor comprensión de la dinámica que anima el mercado y llegan a tener un mayor control sobre las tecnologías que se van introduciendo. Incluso con las limitaciones actuales a la ejecución de la ley, los beneficios que aporta la obtención de datos sobre el inventario de las existencias de equipos por subsector, regímenes de fugas, tipo y frecuencia de reparaciones de tipos específicos de equipos, y de los refrigerantes que se importan, sería de gran valía para que las Dependencias Nacionales del Ozono implementaran sus estrategias de servicio y mantenimiento de equipos de refrigeración.

#### Capacitación y certificación de técnicos en refrigeración

29. La capacitación en buenas prácticas de refrigeración se han facilitado a, prácticamente, todos los países que operan al amparo del artículo 5<sup>21</sup>. Aunque no existe una información cuantificable sobre las repercusiones finales, en términos de la reducción del consumo de CFC atribuible a la capacitación técnica, las evaluaciones acometidas por el Fondo Multilateral arrojan que la introducción de buenas

<sup>19</sup> La publicación del PNUMA sobre las políticas relativas a los HCFC y las opciones legislativas recoge un análisis general de las opciones legislativas y regulatorias que las Dependencias Nacionales del Ozono podrían examinar a la hora de proyectar y ejecutar sus Planes de gestión de eliminación de los HCFC. En el anexo III del presente documento se recoge un resumen de los elementos fundamentales.

<sup>20</sup> Incluyendo, sin restringirse a las penalizaciones por la ventilación intencional a la atmósfera de HCFC, las verificaciones de obligado cumplimiento de la existencia de fugas en equipos que contengan más de un determinado volumen de carga de HCFC, que requieran la instalación de detectores de fugas para equipos de gran capacidad, o la recuperación de obligado cumplimiento de los HCFC de recipientes y equipos.

<sup>21</sup> El inventario de los proyectos aprobados incluye más de 450 partidas por una cuantía aproximada de 45 millones de \$EAU que abarca la capacitación de técnicos en proyectos individuales, como parte de los planes de gestión de refrigerantes o como tramos conexas a los planes de gestión de eliminación definitiva, planes naciones de eliminación y Planes de gestión de eliminación de los HCFC.

prácticas en el servicio y mantenimiento de los equipos de refrigeración constituye un factor importante en la reducción de las emisiones de CFC a la atmósfera<sup>22</sup>. Algunos de los resultados cualitativos que emanan de los programas de capacitación, incluyen la creciente concienciación del sector en lo tocante a la conservación, mantenimiento preventivo y conocimiento de las tecnologías alternativas y la incorporación de los conocimientos adquiridos en sus cursos impartidos en los centros normales de capacitación.

30. La Secretaría es de la opinión que los programas de capacitación sobre refrigeración son hoy día aún más pertinentes que durante el periodo de eliminación de los CFC, como mínimo por las siguientes razones. En primer lugar, los programas ampliados de capacitación que integran consideraciones sobre el mantenimiento preventivo, la mejora de la calidad de la instalación (incluidos las partes interesadas tales como los técnicos de ingeniería civil y los contratistas de tareas de construcción), y la mejora de la eficiencia en el consumo energético de los equipos (incluidas acciones específicas por parte de los técnicos y de los usuarios finales como se indicó en el párrafo 13 antedicho), podrían ayudar a reducir al mínimo el menoscabo del clima al reducir el consumo energético de los equipos y de las emisiones a la atmósfera de una multitud de los refrigerantes de elevado PCA que se utilizan. En segundo lugar, habida cuenta del grado de inflamabilidad que presentan algunos refrigerantes alternativos al HCFC-22 y del riesgo potencial de que se produzcan accidentes conexos a su uso, los programas de capacitación tendrán que integrar un planteamiento estricto y riguroso sobre la manipulación segura de los refrigerantes inflamables y llegar a entender las normas y reglamentos reguladores afines, concretamente, dada la evidente diferencia de las diversas consecuencias producto de instalaciones, reparaciones y puestas fuera de servicio deficientes de equipos formulados con refrigerantes inflamables.

31. El avance que los programas de capacitación aportan a los técnicos en refrigeración ha pasado de actividades autónomas a los componentes integrales de los planes sectoriales y nacionales de eliminación y ha continuado con la eliminación de los HCFC. Como se desprende de los Planes de gestión de eliminación de los HCFC y de los informes del PNUMA, los programas de capacitación se implantan sirviéndose de centros nacionales de formación profesional, habiéndose incluido las buenas prácticas en refrigeración en los temarios de los institutos locales. Durante la ejecución de los Planes de gestión de eliminación de los HCFC se acometerán esfuerzos adicionales, de forma que los programas de capacitación pasen a ser autosostenidos. Por medio de este proceso, la capacitación financiada por el Fondo Multilateral podría centrarse en mejorar la capacidad de los institutos de formación, y en facilitar formación actualizada y especializada a los instructores y audiencias específicas (por ejemplo, uso del CO<sub>2</sub> en las grandes superficies, ganancias por el consumo energético eficiente al cambiar los enfriadores, o en reemplazar los equipos de instalación en ventanas y los equipos de funcionamiento alternativo en edificios por sistemas centrales, opciones e instalaciones de climatización de consumo energético eficiente en nuevos edificios, entre otras cosas). La capacitación en instalación, funcionamiento, mantenimiento y eliminación de equipos en los que se consuman sustancias inflamables deberá ser un tema prioritario en los cursos de capacitación de la etapa I de los Planes de gestión de eliminación de los HCFC en aquellos países en los que tales refrigerantes ya se pueden obtener comercialmente o está prevista su introducción.

32. En la evaluación de antiguos programas de capacitación se recomienda que los sistemas de certificación destinados a premiar la participación con provecho en los programas de capacitación se respaldará, o incluso se hará de obligado cumplimiento, introduciendo para ello reglamentos regulatorios en el país. Aunque el objetivo final en muchos países parece ser hacer que las buenas prácticas en servicio y mantenimiento sean de obligado cumplimiento para todos los técnicos en refrigeración, siguiendo un programa de titulación que se materializa en la entrega de un certificado, las Dependencias Nacionales del

---

<sup>22</sup> Informe final sobre la evaluación de la ejecución de los planes de gestión de refrigerantes (UNEP/OzL.Pro/ExCom/41/7)

Ozono han tenido que enfrentarse a dificultades para que la certificación sea de obligado cumplimiento, dado que, con frecuencia, esta decisión no es de su competencia (es decir, es un tema competencia de los ministerios de educación y/o de trabajo). No obstante, dado el beneficio que a largo plazo brinda un sistema adecuado de certificación en lo tocante al uso seguro y restringido de refrigerantes inflamables y a la reducción potencial de las emisiones de refrigerantes a la atmósfera, se tendrá debidamente en cuenta el desarrollo de tales sistemas de certificación durante la ejecución del Plan de gestión de eliminación de los HCFC. Los resultados obtenidos hasta el momento sirviéndose de actividades de fomento de la concienciación y de cooperación con los departamentos de aduanas para controlar el comercio en SAO, bien podría extenderse a las entidades gubernamentales que participan en la introducción de buenas prácticas de servicio y mantenimiento en el temario de los centros técnicos y de formación profesional y en la emisión de certificados a los técnicos, como ya es el caso de algunos países de los países que operan al amparo del artículo 5<sup>23</sup>.

33. El trabajo con las asociaciones de equipos de refrigeración, varias de las que se crearon y pasaron a ser operativas durante la eliminación de los CFC, se ha venido continuamente mencionando como positivo en las evaluaciones acometidas por el Fondo Multilateral y los organismos de ejecución. Por ejemplo, la evaluación sobre los programas de capacitación<sup>24</sup> recomendó que deberá tenerse debidamente en cuenta el fortalecimiento de las asociaciones e involucrarlas más estrechamente en la ejecución de los proyectos. Esta recomendación se ha incorporado a los Planes de gestión de eliminación de los HCFC de varios de los países que operan al amparo del artículo 5 con resultados positivos, hasta el punto de que algunos gobiernos han designado y respaldado a la asociación en cuestión para ejecutar el sistema de certificación de técnicos, lo que, potencialmente, podría ser una fuente de ingresos que contribuiría a sus sostenibilidad. La extensión del papel de las asociaciones de equipos de refrigeración a otras esferas de trabajo deberá también considerarse. Por ejemplo, las asociaciones podrían fomentar la concienciación de sus afiliados y pedirles que voluntariamente se atengan a las medidas de política conexas a las emisiones y al mantenimiento de registros.

#### Recuperación, reciclaje y regeneración

34. La ejecución de los programas de recuperación y reciclaje de CFC tuvo que enfrentarse a una serie de cuestiones que impedían el logro de la debida conservación de los refrigerantes y de la medición adecuada de la reducción de las emisiones<sup>25</sup>. Estas cuestiones incluyeron: el bajo precio de los CFC que prevalecieron durante la mayor parte del periodo de eliminación de tales CFC; la falta de regulaciones que prohibieran las emisiones intencionadas de SAO, la falta de concienciación entre los técnicos y los usuarios finales; los elevados costos de los equipos de recuperación y reciclaje y la falta de suministros (por ejemplo, filtros) en los mercados locales; el peso de los equipos, la falta de sistemas adecuados de notificación y supervisión; y la dificultad para estructurar los incentivos que asegurarán que los refrigerantes recuperados se llevarán a los centros de reciclaje y se traerán de vuelta, especialmente si el precio del refrigerante reciclado era bajo<sup>26</sup>. Además de todo ello, en el caso de algunos los países que operan al amparo del artículo 5, la falta de refrigerantes certificados en los programas de recuperación y reciclaje ocasionó la aprensión de los compradores de CFC al respecto de la calidad y desempeño del refrigerante.

<sup>23</sup> El PNUMA facilita un ejemplo en el que se está verificando el certificado de medio ambiente para técnicos en un país asiático, así como varios ejemplos de Europa, África y el Caribe en los que se han establecido programas de certificación de técnicos vinculados a las medidas regulatorias, y en los que tales sistemas han demostrado ser muy efectivos.

<sup>24</sup> Documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/31/20.

<sup>25</sup> En el anexo I se recoge un análisis de las repercusiones climáticas derivadas de las medidas sobre recuperación, reciclaje y regeneración.

<sup>26</sup> Párrafos 31, 32 y 33 del documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/31/18.

35. Partiendo de la experiencia acumulada en los programas de recuperación y reciclaje, se están teniendo en cuenta factores específicos para mejorar la efectividad de los programas de recuperación, reciclaje y regeneración, de los que a su debido tiempo se derivará una reducción de las emisiones de HCFC. Ante el crecimiento de la oferta de equipos de regeneración a precios relativamente económicos que pueden garantizar la devolución de un refrigerante certificado<sup>27</sup>, hay algunos países que operan al amparo del artículo 5 en los que el reciclaje está siendo sustituido por la regeneración. Los equipos de regeneración se han asentado en las empresas activas en la venta de refrigerantes y no en los centros de capacitación o entidades gubernamentales, siguiendo un determinado un modelo empresarial y con la financiación conjunta de la empresa beneficiaria. En otros países los técnicos pueden intercambiar en el centro de regeneración ciertos volúmenes de refrigerante impuro por una cierta cantidad, menor, de refrigerante puro sin que medie dinero alguno. Los equipos de regeneración se han reglado además para trabajar con mezclas<sup>28</sup>. Se prevé también la imposición de tasas de recuperación de HCFC-22 más elevadas a raíz del mayor tamaño de los equipos formulados con HCFC, en comparación con los de CFC a los que hubo que enfrentarse en el pasado. Este último aspecto podría ya corroborarse con los datos de recuperación de HCFC-22 y CFC-12 facilitados en varios planes nacionales de eliminación.

36. En al menos tres de los países que operan al amparo del artículo 5, el programa de recuperación y reciclaje (o regeneración), en asociación con los programas de fomento del consumo energético eficiente, se enfocaron para intercambiar equipos de refrigeración antiguos e ineficientes, formulados con CFC para viviendas, por otros de consumo energético más eficiente, dotados con cantidades considerables de CFC recuperado (para su reutilización o destrucción según el caso) que, de lo contrario, se emitiría a la atmósfera durante la eliminación del equipo. Algunos de estos programas podrían ejecutarse de estar promulgadas y ejecutarse políticas nacionales o programas voluntarios para sustituir equipos formulados con HCFC. (Por ejemplo, algunos de los programas iniciales de eliminación se han extendido hasta incluir los equipos de climatización de instalación en ventanas, en los que el potencial de recuperación del refrigerante es de entre 4 y 6 veces mayor por equipo que en el caso de los formulados con CFC-12, siendo además la logística más sencilla dado el tamaño de los equipos).

37. Habida cuenta de que la conservación del refrigerante es una de las actividades más importantes para reducir a un mínimo el menoscabo del clima como consecuencia de las actividades de servicio y mantenimiento en equipos de refrigeración, debería tenerse en la debida consideración el establecimiento de programas de recuperación, reciclaje, regeneración y reutilización durante la ejecución de los Planes de gestión de eliminación de los HCFC, teniendo en cuenta la experiencia acumulada de proyectos anteriores relativos a los CFC, y las nuevas opciones que los organismos de ejecución están explorando.

38. A fin de reducir al mínimo las emisiones ocasionadas en el conjunto del sector de servicio y mantenimiento de equipos de refrigeración, el equipo que se suministre debería ser capaz de recuperar, reciclar y regenerar los HCFC y los HFC que ya existan en los mercados locales. Sin embargo, el uso de equipos de recuperación, reciclaje y regeneración que trabajen con refrigerantes inflamables sólo deberá acometerse con aprobación del fabricante.

#### Retroadaptación y recambio de equipos

39. La repercusión que ejerce sobre el clima la retroadaptación de los equipos de refrigeración en funcionamiento actualmente es algo sumamente difícil de evaluar<sup>29</sup>. Las directrices para la conversión de los equipos del usuario final en el marco del sector de refrigeración comercial, adoptadas por el Comité

---

<sup>27</sup> ARI Norma 700.

<sup>28</sup> Partiendo de la información sobre resultados aportada por el PNUD y la ONUDI, la cual se recoge más detenidamente en el anexo III bajo la sección sobre conservación de refrigerantes.

<sup>29</sup> En el anexo I se recoge un análisis de la medición del impacto en el clima derivado de la retroadaptación.



Ejecutivo en su 28ª Reunión, establecieron las circunstancias que tienen que prevalecer antes de otorgarse prioridad alguna a dicha conversión del usuario final (Decisión 28/44)<sup>30</sup>. En la 32ª Reunión se dio paso a las propuestas de proyecto para los programas de incentivo destinados a alentar la retroadaptación de los equipos de refrigeración. La evaluación del Plan de gestión de eliminación definitiva de 2009 arrojó que los proyectos de incentivo de la retroadaptación funcionaban bien en lugares en los que los precios del CFC-12 crecían rápidamente, con un telón de fondo de precios estables de alternativas que también podrían adquirirse comercialmente. La diferencia de precio, el grado de incentivo y las actividades de la Dependencia Nacional del Ozono jugaron también un papel significativo.

40. Al aplicar los principios de la Decisión 28/44 a los HCFC, las circunstancias pertinentes que tienen que prevalecer antes de que pueda otorgarse prioridad alguna a las actividades de conversión del usuario final son, a saber: a) los controles a la importación y producción de los HCFC y de los equipos formulados con HCFC están vigentes y ejecutados por ley, habiéndose restringido toda actividad de nuevos componentes conexos los HCFC; b) el principal consumo remanente del país se dedica al sector de servicio y mantenimiento de equipos de refrigeración y climatización; c) o ninguna otra actividad posible permitiría que el país cumpliera con sus obligaciones de control de los HCFC, o el precio comparativo al consumo de los HCFC, respecto de los refrigerantes sustitutivos, ha sido elevado y se predice que continúe en alza; y d) las normas y los códigos de prácticas aplicables al uso de refrigerantes inflamables estarán implantados y los técnicos de servicio y mantenimiento del equipo deben haber recibido la capacitación y certificación adecuados.

41. Además de las consideraciones económicas y de sostenibilidad, las únicas alternativas adecuadas que en principio pueden obtenerse para la retroadaptación son actualmente refrigerantes de un elevado PCA, lo que no se traduciría en una mejora de las emisiones de refrigerantes, ni en una mejora de la energía, partiendo del principio de que un sistema de refrigeración en funcionamiento está por lo general optimizado siempre para funcionar con un refrigerante determinado, por ejemplo, HCFC-22, y lo que normalmente se consideraría una retroadaptación sería en realidad un mero ajuste del sistema para trabajar con un refrigerante alternativo, en la medida de lo posible, tras adoptarse medidas relativamente sencillas. En prácticamente todos los casos, el HCFC-22 presenta una eficiencia inherentemente superior en comparación con los posibles candidatos de retroadaptación; así pues, podría presuponerse que tan sólo en unos pocos casos serán los parámetros nominales del sistema actual más idóneos para la tecnología de la retroadaptación de lo que son para el HCFC-22. Con arreglo a la experiencia acumulada por la ONUDI y los puntos de vista conocidos sobre los refrigerantes alternativos<sup>31</sup>, sería mejor una

---

<sup>30</sup> a) los controles a la importación y producción de los CFC y de los equipos formulados con CFC están vigentes y ejecutados por ley, habiéndose restringido toda actividad de nuevos componentes conexos los CFC; b) el principal consumo remanente del país se dedica al sector de servicio y mantenimiento de equipos de refrigeración y climatización; c) Se han determinado todos los datos generales sobre el perfil de todo el consumo remanente, los cuales se han puesto a disposición del Comité Ejecutivo, y d) o ninguna otra posible actividad permitiría al país cumplir con sus obligaciones de control de los CFC, ni tampoco el precio comparativo al consumidor de los CFC, respecto de los refrigerantes sustitutivos, ha sido elevado durante al menos 9 meses, y se predice que continúe en alza.

<sup>31</sup> Las únicas alternativas al HCFC-22 que pueden obtenerse para labores de retroadaptación presentan un elevado PCA (tales como HFC-407C/F, HFC-404A). El HFC-32 no se califica como candidato para la retroadaptación como consecuencia de sus elevadas presiones de trabajo. La única alternativa de bajo PCA que se acerca al HCFC-22 es el HC-290; sin embargo, su aplicación se ve limitada por su inflamabilidad. Lo que es más, la capacidad volumétrica de refrigeración del HC-290 es de aproximadamente el 85 por ciento la del HCFC-22; así pues, bajo condiciones nominales, la retroadaptación puede llevar a un menoscabo del desempeño. Partiendo de la experiencia del sector de aire acondicionado fijo de China, los fabricantes de acondicionadores de aire reducen el diámetro de la tubería del intercambiador para asegurar la debida transferencia de calor (velocidad de refrigeración). Los ensayos efectuados en Petra/Jordania con termointercambiadores sin optimizar arrojaron una caída de la eficiencia. El HC-1270 (propileno) parece tener mejor capacidad volumétrica; si bien siguen existiendo las preocupaciones sobre

opción que abordara el sector de servicio y mantenimiento en el marco de los cinco próximos años siguiendo un planteamiento de recuperación, regeneración y reutilización, en vez de mediante la retroadaptación del equipo.

42. A lo largo de la ejecución de los Planes de gestión de eliminación de los HCFC, los organismos de ejecución han venido notificando que en varios de los países que operan al amparo del artículo 5, principalmente en África y en el Caribe, el HC-290 se utiliza para la retroadaptación, funcionamiento y/o relleno de equipos formulados con HCFC-22. Parece desprenderse que las condiciones del mercado favorecen esta práctica, dado que tiene lugar independientemente de los esfuerzos desplegados en el marco de los Planes de gestión de eliminación de los HCFC, en algunos casos de la mano de empresas que fomentan la práctica y facilitan la capacitación pertinente a los técnicos<sup>32</sup>. En ninguno de tales casos ha recibido la Secretaría datos concretos sobre los resultados, en lo que respecta al desempeño y al uso de la energía en comparación con el HCFC-22. Lo que es más importante, la Secretaría manifiesta su profunda preocupación respecto del uso seguro de los HC en sistemas concebidos y proyectados para refrigerantes que no son inflamables, en lugares en los que parece no haber políticas ni reglamentos reguladores, que permitan el uso de refrigerantes inflamables; por la capacidad técnica limitada para desempeñar debidamente las tareas de servicio y mantenimiento y para mantener el equipo cargado con refrigerante inflamable; por las condiciones en las que algunas de estas retroadaptaciones están teniendo lugar, junto con los riesgos conexos para los técnicos y los usuarios finales<sup>33</sup>. En respuesta a estas prácticas, durante la ejecución de los Planes de gestión de eliminación de los HCFC los organismos de ejecución continuarán dando prioridad a la provisión de capacitación de los técnicos sobre la manipulación segura de las tecnologías de HC y desarrollando códigos y normas para el uso de los HC. Los países que operan al amparo del artículo 5 considerarán, como prioridad, la adopción de normas relativas al almacenamiento, instalación, funcionamiento, mantenimiento y eliminación de equipos que consuman refrigerantes inflamables, a fin de asegurar la introducción de estas alternativas sin peligro alguno.

43. La repercusión climática conexas a la sustitución de los equipos formulados con HCFC-22 ya instalados en un país dado es algo prácticamente imposible de calcular. La adecuada creación de modelos para estimar las posibles hipótesis podría ser de ayuda para los países que operan al amparo del artículo 5, a la hora de encauzar sectores específicos hacia opciones más favorables para el clima en lo que a determinados subsectores concierne. En el anexo I se hace una referencia a un ejemplo de hipótesis simulada para evaluar la repercusión climática de los cambios técnicos y de las políticas sobre refrigerantes en el sector de la refrigeración comercial. No obstante, el tema específico requiere un mayor grado de análisis.

## RECOMENDACIÓN

44. El Comité Ejecutivo puede estimar oportuno:

- a) Tomar nota del documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/70/53 sobre cómo reducir al mínimo los efectos climáticos adversos ocasionados por la eliminación de los HCFC en el sector de servicio y mantenimiento de refrigeración (Decisión 68/11);

---

la inflamabilidad y las modificaciones del termointercambiador. Se prevén sustitutos con mejor PCA; mezclas de HC así como mezclas de HFO/HFC; aunque ninguna puede obtenerse comercialmente.

<sup>32</sup> En el anexo III del documento se recoge y refleja una información adicional, en la sección sobre Retroadaptación.

<sup>33</sup> Ello incluye las cualificaciones de los técnicos que acometen las retroadaptaciones, la necesidad de instalar detectores de fugas, la necesidad de disponer de etiquetas visuales que indiquen el refrigerante en cuestión y el calibre del equipo que se está retroadaptando.

- b) Invitar a los organismos bilaterales y de ejecución a sopesar la información que se recoge en el documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/70/53 cuando asistan a los países que operan al amparo del artículo 5 en la preparación y ejecución de actividades en el sector de servicio y mantenimiento de equipos de refrigeración que se incluyeron en sus Planes de gestión de eliminación de los HCFC;
- c) Alentar a los países que operan al amparo del artículo 5 a que, durante la ejecución de sus Planes de gestión de eliminación de los HCFC, consideren:
  - i) Desarrollar reglamentos reguladores y códigos de prácticas, así como adoptar normas para la introducción segura de refrigerantes inflamables, dado el riesgo potencial de producirse accidentes conexos a su uso; y
  - ii) Tomar medidas para limitar las importaciones de equipos formulados con HCFC y para facilitar la introducción de alternativas de consumo energético eficiente y que no menoscaben el clima.



## ANEXO I

### CONSIDERACIONES SOBRE LA MEDICIÓN DEL IMPACTO CLIMÁTICO

1. A la hora de abordar el posible menoscabo que se pudiera derivar de las actividades de eliminación de los HCFC en el sector de servicio y mantenimiento de equipos de refrigeración, sería útil tener la posibilidad de cuantificar las repercusiones y de evaluar las diferentes actividades acometidas al respecto de la efectividad de las mismas. El objeto de este indicador sería, por lo tanto, el de permitir evaluar las repercusiones de las actividades ejecutadas en el sector de servicio y mantenimiento, bien directamente, mediante el apoyo a las mismas, o indirectamente, sirviéndose de las actividades regulatorias que influyen en dicho sector. En los párrafos que siguen la Secretaría intenta arrojar ciertos conocimientos sobre diferentes opciones para catalogar en el plano nacional las repercusiones en el clima tanto de las actividades acometidas en el sector de servicio y mantenimiento como las conexas a la selección de tecnologías para nuevos sistemas.

2. El Fondo Multilateral ha calculado la repercusión que ejercen sobre el clima los proyectos de inversión efectuados en el sector de equipos de climatización y refrigeración, sirviéndose para ello del así denominado Indicador de Repercusión Climática del Fondo Multilateral (MCII); estos proyectos de inversión se ocupan de la manufactura de equipos de refrigeración cargados en fábrica. Dicho indicador está destinado a informar sobre la repercusión que pudiera tener la selección de una tecnología dada en el momento de su fabricación, y se calcula utilizando el volumen de los sistemas de refrigeración especificado en la propuesta de proyecto, es decir, la producción conocida del año anterior, y deduciendo después el impacto de la producción continuada con HCFC de la producción con tecnologías de formulación alternativa. La repercusión es la suma total de las emisiones directas e indirectas producto de cada sistema fabricado en un año dado de producción a lo largo de toda su vida útil. Esta definición incluye las emisiones de refrigerantes acaecidas durante toda la vida útil del equipo, incluidas las conexas al servicio y mantenimiento, fundamentándose en el hecho de que la selección de la tecnología de fabricación determina también la tecnología empleada para ejercer las labores de servicio y mantenimiento. Aunque este planteamiento permite también indicar las repercusiones que ejerce la elección de diferentes tecnologías en el conjunto general de emisiones de efecto invernadero en el momento de las importaciones, las ventas o la carga inicial de los sistemas, no respalda el objetivo de evaluar la repercusión de las diferentes actividades dedicadas a las tareas de servicio y mantenimiento de los sistemas de refrigeración en funcionamiento. Así mismo, requiere una extensión considerable para poder arrojar alguna luz sobre cualesquiera actividades en el plano nacional.

#### Evaluación del impacto de diferentes elecciones tecnológicas en sistemas de reciente puesta en funcionamiento

3. En su preparación del presente documento la Secretaría encontró, en el transcurso de una búsqueda de documentos al respecto, un informe titulado “Inventory of Direct and Indirect GHG Emissions from Stationary Air Conditioning and Refrigeration Sources, with Special Emphasis on Retail Food Refrigeration and Unitary Air Conditioning” from March 2009<sup>1</sup>. El documento trata fundamentalmente sobre las emisiones directas e indirectas de los sistemas de refrigeración comercial, es decir, sistemas de gran envergadura en los que el montaje, la instalación, la carga inicial y la entrega y puesta en servicio las efectúa el sector de servicio y mantenimiento, y en él se comparan diferentes alternativas tecnológicas para nuevos sistemas bajo el prisma de una hipótesis que tiene como base de

---

<sup>1</sup> Inventory of Direct and Indirect GHG Emissions from Stationary Air Conditioning and Refrigeration Sources, with Special Emphasis on Retail Food Refrigeration and Unitary Air Conditioning: CARB Agreement No. 06-325 – final report; Armines Center for Energy and Processes; Paris, France, 2009

referencia el status quo. En estas comparaciones se tienen en cuenta las existencias de equipos, el tiempo que tiene necesariamente que transcurrir antes de que las tecnologías actuales conexas con los sistemas en funcionamiento se sustituyan por otras nuevas al llegar los sistemas en funcionamiento al final de su vida útil y se vayan introduciendo gradualmente nuevas tecnologías conexas, así como las presunciones sobre el retraso que sufrirá la entrada de alternativas innovadores al mercado.

4. El volumen de información elemental necesario para la creación de modelos parece ser limitado, el planteamiento aplicable en general, y los resultados cualitativamente precisos, si bien tan sólo se dispone de un volumen limitado de datos de entrada. En las presentaciones de los Planes de gestión de eliminación de los HCFC se incluye una proporción considerable de la información necesaria para la creación de los modelos, si bien, hay casos en los que la calidad de la información puede ser insuficiente como fundamento para asentar los cimientos de los modelos, puesto que algunas estimaciones concretas, en especial en lo tocante a los bancos de existencias y a los regímenes de las emisiones recogidas en tales Planes de gestión, son difíciles de correlacionar con los datos procedentes de otras fuentes. El indicador de repercusión climática podría aportar otros datos, especialmente respecto de la repercusión de los nuevos sistemas sobre el consumo energético. Si el Comité Ejecutivo así lo estima oportuno, se podría investigar en mayor profundidad hasta qué punto el planteamiento plasmado en el informe antedicho puede ajustarse para facilitar conocimientos que fueran útiles a los países que operan al amparo del artículo 5. Tales conocimientos irían vinculados a las repercusiones de las diferentes tecnologías y opciones de política atinentes a la sección de tecnologías sobre emisiones de efecto invernadero, recayendo el énfasis sobre los nuevos sistemas de refrigeración y climatización. Este planteamiento informaría al mismo tiempo sobre la correspondiente evolución del consumo de los HCFC para tales usos.

#### Evaluación de las repercusiones de las actividades conexas a las empresas del sector de servicio y mantenimiento

5. En al menos uno de los proyectos presentados anteriormente al Fondo Multilateral, el organismo incluyó una investigación sobre la pauta de consumo de refrigerantes en el sector de servicio y mantenimiento, en términos de qué tipo de pérdidas de refrigerante en ese sector ocasiona la demanda de refrigerante, investigación en la que participaron, entre otros, peritos de sistemas y de fabricantes de compresores. El estudio contempló diferentes tipos de reparaciones realizadas, la condición en que se encontraba el equipo de refrigeración antes de ser reparado por el servicio, la pauta de consumo del refrigerante durante el servicio, y la calidad de éste en términos de pautas que inherentemente llevan a un mayor número de reparaciones futuras. En una segunda vuelta se evaluó cuántas de éstas últimas podrían solventarse aplicando las medidas que pueden acometerse como parte del plan para el sector de servicio y mantenimiento.

6. Con este planteamiento cabe la posibilidad de que se llegue a asunciones técnicas realistas para reducir el consumo de CFC mediante diferentes actividades ejecutadas en el sector de servicio y mantenimiento; significando en este caso la expresión 'asunciones técnicas realistas' la reducciones técnicamente factibles dada una cierta dotación de concienciación, capacitación y equipos. Si el apoyo aportado a las empresas del sector de servicio y mantenimiento se selecciona para asegurar que las empresas se beneficien de forma directa y reconocible, es probable que la mayoría de esos potenciales puedan llegar a emplearse. La condición ante tal planteamiento es que se haya efectuado un estudio conexo que aporte información sobre la estructura del sector de servicio y mantenimiento<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Partiendo de las características de las empresas del sector de servicio y mantenimiento, tales como el calibre, el nivel de conocimientos, el nivel de equipamiento, el refrigerante que se consume, las empresas o técnicos

### Posibilidades de una evaluación simplificada del impacto de las actividades que se acometan en el sector de servicio y mantenimiento

7. Algunas de las actividades que se acometen en el sector de servicio y mantenimiento que respalda el Fondo Multilateral ejercen un impacto sobre el clima que es directo, creíble y que, a veces, puede medirse. La actividad que puede cuantificarse más fácilmente resulta de establecer un centro de regeneración. Puede claramente asumirse que el refrigerante que se regenera (a diferencia del que se reutiliza) es sospechoso de tener cierto grado de contaminación y normalmente habría sido liberado a la atmósfera. Por ende, cada kg de, por ejemplo HCFC-22 que se regenere reducirá las emisiones en 1,78 toneladas de CO<sub>2</sub>-equivalent<sup>3</sup>. La reutilización de refrigerantes reducirá igualmente las emisiones consecuentemente, si bien, la repercusión del apoyo del Fondo Multilateral es algo más difícil de calibrar puesto que actualmente se desconoce el nivel de reutilización actual. Sea como sea, cabe la posibilidad de establecer un grado de impacto mínimo asumido estimado por defecto por cada máquina de recuperación/reutilización y disponer al menos de una cuantificación del impacto mínimo previsto. Un planteamiento similar podría emplearse para la capacitación y abastecimiento de herramientas al sector, ya sea con una creciente precisión o con una creciente necesidad de información más detallada a facilitar por los organismos.

### Retroadaptación de equipos de refrigeración y de climatización

8. La repercusión climática de la retroadaptación de los actuales equipos de refrigeración en funcionamiento es algo muy difícil de evaluar. A fin de evaluarla, la repercusión climática que estos sistemas ejercerán a lo largo de su vida útil es algo que requiere ser evaluado, dado que, sea como fuere, es probable que estos sistemas pasen a quedar fuera de servicio en el futuro previsible. Cualquier tipo de intervención en un sistema de refrigeración dado actualmente en funcionamiento ocasionará muy probablemente emisiones adicionales, las cuales probablemente no se producirían si el sistema simplemente siguiera funcionando. Esta consideración sería aplicable a todas las retroadaptaciones programadas, puesto que sus características inherentes es que no se acometen en respuesta a un fallo súbito del equipo que requiera de una intervención en el plano del ciclo de refrigeración. Como consecuencia del funcionamiento específico de los proyectos del Fondo Multilateral, puede asumirse sin peligro que la mayoría, si no todas las operaciones de retroadaptación respaldadas por él, están programadas, por lo que son conexas a las emisiones adicionales de refrigerante que se producen durante la retroadaptación.

9. De producirse una retroadaptación en el momento de las reparaciones, en la que es inevitable la intervención en el sistema y las pérdidas conexas, sólo se tendrán en cuenta las emisiones de refrigerante que seguramente se produzcan en un futuro y las emisiones indirectas conexas al consumo de energía; todo esto sería pertinente al resto del periodo de vida útil del equipo. Lo fundamental es que un sistema

---

autónomos pueden dividirse en grupos. Por cada uno de los grupos, se facilitará el número de empresas/técnicos, el refrigerante que se consume en conjunto, y las características que lo definen. Las emisiones de las diferentes actividades del sector de servicio y mantenimiento pueden estimarse por el número de peritos que trabajan en el sector sirviéndose de una lista detallada y predefinida. La referencia cruzada de los datos puede aportar ciertos conocimientos sobre el nivel de emisiones asociado con la carencia de capacitación o de equipos en cada grupo. Puede definirse un estatus al que se aspire (educación, equipos) para cada grupo, pudiendo determinarse la actualización necesaria analizando las características actuales de dicho grupo. Puesto que las iteraciones tienen en cuenta los resultados, además de otras condiciones del marco pertinente del país, podrá establecerse una distribución racional de los fondos de los que se dispone entre las diversas actividades.

<sup>3</sup> Partiendo de la base de que los incentivos económicos sirvan para aportar refrigerantes a la regeneración y que no se conviertan en incentivos viciados, que causen el redireccionamiento de nuevos HCFC o de otros HCFC que fácilmente podrían reutilizarse para fines de regeneración.

de refrigeración en funcionamiento actualmente habrá sido optimizado para funcionar con un refrigerante específico, por ejemplo, HCFC-22, y que, en general, se considera una retroadaptación, aunque sea tan sólo un ajuste del sistema para la sustancia alternativa en la medida de lo posible y con medidas relativamente sencillas. El HCFC-22 tiene, en casi todos los casos y en comparación con los posibles candidatos de retroadaptación posibles, una eficiencia inherente superior, y puede asumirse que solo en pocos casos serán los parámetros nominales del sistema en funcionamiento más adecuados a la tecnología de retroadaptación de lo que lo son para el HCFC-22. Por ende, podría preverse que tras una retroadaptación, un sistema de refrigeración presenta típicamente una menor eficiencia energética. Este efecto puede verse invertido por el hecho de que una retroadaptación por lo general incorporaría un mantenimiento profundo del sistema que incluiría la limpieza de los termointercambiadores y el reajuste de los mandos de control internos, lo que puede llevar a una mejora del desempeño en comparación con antes de efectuarse la retroadaptación. Ni que decir tiene que un profundo mantenimiento similar del sistema formulado con HCFC-22 produciría también resultados similares igualmente positivos, si bien cabe la duda de si toda mejora de la eficiencia en el consumo energético será conexas a la retroadaptación a la hora de evaluar las repercusiones en el clima. Como las consideraciones antedichas ponen de manifiesto, no hay forma sistemática de evaluar la repercusión climática de las retroadaptaciones, puesto que el resultado de las mismas en términos del impacto climático depende muy considerablemente de la situación específica y de la forma en la que la propia retroadaptación se efectuó. No puede asumirse que de cada retroadaptación se derive una mejora en el clima, y cabe la posibilidad de que la tecnología introducida en la retroadaptación no juegue parte alguna en la repercusión climática de dicha actividad.



## ANEXO II

### RESEÑA DEL SECTOR DE REFRIGERACIÓN Y CLIMATIZACIÓN

#### Una estimación de la distribución del uso de HCFC-22 en el sector de servicio y mantenimiento en el marco de los Planes de gestión de eliminación de los HCFC

1. El análisis de una muestra representativa de 65 Planes de gestión de eliminación de HCFC aprobados en países de bajo consumo y de otros que no lo eran, arrojó que, por término medio, la mitad del consumo de HCFC-22 de un país se produce en el sector de climatización de viviendas y que aproximadamente el 70 por ciento del consumo se produce en las tareas de servicio y mantenimiento de los sistemas de climatización. Por término medio, el 24 por ciento del consumo se produce en las tareas de servicio y mantenimiento de equipos de refrigeración comercial, como se muestra en el Cuadro 1.1 que sigue.

Cuadro 1.1. Consumo medio de HCFC-22 en el sector de servicio y mantenimiento de equipos de refrigeración, por sector

Subsector	Media del consumo HCFC-22 por subsector (%)		
	Países de bajo consumo	Países que no son de bajo consumo	Total
Climatización de viviendas	52	46	50
Climatización comercial	17	12	16
Climatización industrial, transporte y enfriadores, otros	5	5	5
<b>Total parcial de climatización</b>	<b>74</b>	<b>63</b>	<b>71</b>
Refrigeración comercial	23	28	24
Refrigeración industrial, otros	3	9	5
<b>Total parcial de refrigeración</b>	<b>26</b>	<b>37</b>	<b>29</b>
Suma total	100	100	101

*FUENTE: una muestra de 65 Planes de gestión de eliminación de HCFC (47 países de bajo consumo y 18 que no son de bajo consumo)*

2. La distribución del consumo de HCFC-22 entre los diversos subsectores presenta grandes variaciones de un país a otro, si bien se observó que, en general, los países mayores tienden a consumir más en el sector de refrigeración comercial que los países más pequeños. Un gran número de países de bajo consumo consumen una gran parte del HCFC-22 en el subsector de climatización de viviendas. De los 47 países de bajo consumo analizados, en 34 de ellos (el 72 por ciento de la muestra) la climatización de viviendas representa más del 30 por ciento del consumo, y en 17 de ellos representa más del 70 por ciento.

3. Puesto que los datos de consumo por sector se presentaron en diferentes formatos en los diferentes Planes de gestión de eliminación de los HCFC, no fue posible obtener una mejor representación del consumo por subsector en varios de los mayores países. Tampoco fue posible calcular el volumen de HCFC utilizado en la instalación y montaje o carga de nuevos equipos, dado que son muy pocos los países que discriminan entre estas categorías.

#### Regímenes de emisión de refrigerantes

4. De varios Planes de gestión de eliminación de HCFC se ha estimado el consumo de HCFC-22 en el sector de servicio y mantenimiento de equipos de refrigeración, partiendo del inventario de los equipos

multiplicado por un régimen de emisión anual estimado por subsector, lo que tiene relación con el volumen de refrigerante adquirido para tareas de servicio y mantenimiento de los equipos de servicio durante un año, como proporción de la carga de refrigerante del equipo. El Cuadro 1.2 muestra los regímenes de emisión anual estimados con arreglo al tipo de equipos existentes en los países que operan al amparo del artículo 5, según un estudio mundial<sup>4</sup>. El Cuadro 1.3 una muestra información sobre los regímenes de emisión anual correspondientes a una muestra representativa de 38 Planes de gestión de eliminación de HCFC en los que se dispone de estos datos.

Cuadro 1.2: Regímenes de emisión anual estimados por tipo de equipo de refrigeración

Subsector	Tipo de equipo	Países atinentes al artículo 5		Países que no son atinentes al artículo 5	
		Regímenes anuales de emisión (%)	Regímenes de recuperación al final de vida útil (%)	Regímenes anuales de emisión (%)	Regímenes de recuperación al final de vida útil (%)
Climatización en viviendas	Portátil	2	0	2	0-8
	De ventana	2	0	2	0-8
	Funcionamiento alternativo < 5 kw	5	5	5	30-55
	Funcionamiento alternativo > 5 kw	10	5	10	30-55
Climatización comercial	Monobloque de interiores	6	0	5	50-65
	De tejado	6	30	5	75-87
	Entubado en dos bloques < 17,5	6	5	5	50-65
	Entubado en dos bloques > 17,5	7	10	5	75-87
Refrigeración comercial	Grandes superficies	35-40	18-30	22-30	70-80
	Grupo frigorífico integral	15	5-50	15	5-50

*FUENTE: Inventarios mundiales de las flotas de equipos de climatización y refrigeración de todo el mundo para determinar las emisiones de refrigerante. Actualización de 1990 a 2006. Informe final 2010.*

<sup>4</sup> Inventarios mundiales de las flotas de equipos de climatización y refrigeración de todo el mundo para determinar las emisiones de refrigerante. Actualización de 1990 a 2006. *Centre Energetique et Procèdes, ADEME*. abril de 2010.

**Cuadro 1.3: Regímenes de emisión anual estimados por tipo de equipo en el marco de los Planes de gestión de eliminación de los HCFC**

Subsector	Regímenes de emisión anual estimados en los Planes de gestión de eliminación de HCFC		
	Media (%)	Valor inferior (%)	Valor superior (%)
Climatización de viviendas	29	4	79
Climatización comercial	40	3	70
Climatización industrial	40	8	54
Transporte	23	8	40
Enfriadores	22	14	30
Refrigeración comercial	38	2	82
Refrigeración industrial	44	7	100

*Fuente: Una muestra representativa de 38 Planes de gestión de eliminación de HCFC aprobados en los que se dispone de estos datos. Los datos corresponden a estimaciones efectuadas en cada país, si bien, los métodos seguidos puede que varíen de un país a otro.*

5. Cabe mencionar que la metodología empleada para estimar los regímenes de las emisiones varía de un país a otro; pudiendo basarse en observaciones, datos procedentes del mantenimiento del equipo, conversaciones con los técnicos, volumen de refrigerante adquirido, o cualesquiera otras fuentes. Así pues, es importante tener presente que son estimaciones y que ello conlleva un cierto grado de error.

6. De los datos se desprende que el régimen medio de fugas en los equipos de climatización comercial y de viviendas correspondientes a los Planes de gestión de eliminación de los HCFC es considerablemente mayor que el obtenido en el estudio. Se observa también que dicho régimen varía entre el 4 y 79 por ciento, lo que podría ser una indicación de la imprecisión de los datos, o de un posible potencial para reducir las emisiones y, consecuentemente, el consumo en algunos países implantando meramente mejores prácticas de servicio y mantenimiento, incluido el control de fugas y el mantenimiento preventivo. Esto mismo se observa también en el subsector de climatización comercial.

7. El régimen de emisiones en la refrigeración comercial es, en general, más elevado tanto en los países que operan al amparo del artículo 5 como de los que no, y tanto en el estudio como en los Planes de gestión de eliminación de los HCFC. Algunas de las razones de ello son el mayor volumen de carga de refrigerante en los sistemas y las fugas a las que no es fácil llegar para hacer reparaciones. Dada la diversidad de equipos e instalaciones clasificadas como de refrigeración comercial, es pues más difícil extraer conclusiones de estas cifras.



## ANNEX III

### LESSONS FROM THE PHASE-OUT OF CFCs

#### Regulatory and policy framework (including customs training)

1. The establishment and implementation of licensing systems<sup>5</sup>, accompanied by quota systems and other ODS control regulations were instrumental in the phase-out of CFCs, especially in the refrigeration servicing sector. While there were CFC reductions expected from training projects, refrigerant recovery, recycle and reclaim projects, and the retirement of older CFC-based equipment, they were difficult to quantify and assumed to be low during the first years of the TPMPs and NPPs before technicians had received training and equipment. This left the appropriate establishment and application of regulations to limit annual CFC imports to the maximum allowed values by the Montreal Protocol, as the most immediate and certain way to ensure compliance with the annual CFC consumption targets. The technical assistance in form of training in good practices in refrigeration, customs training, recovery, recycling and reclamation, retrofits and replacement of equipment, interacted with the set of regulations in helping the consumer sectors to conserve CFCs and encourage the replacement of CFC-based equipment when economic and technical conditions were appropriate, with the ultimate goal of reducing the demand for new CFCs.

2. In recognizing the importance of regulations the Executive Committee established the existence of a licensing system at least in draft form as a prerequisite for customs training, recovery and recycling and retrofits projects. At its 48<sup>th</sup> meeting the Executive Committee, based on the evaluation of customs officers training and licensing systems projects, reminded Article 5 countries to establish licensing systems for imports and exports of all ODS including HCFCs, and recommended *inter alia* introducing regulations regarding a ban on ODS sales to non-licensed companies, restrictions on the import of ODS-based refrigeration and air-conditioning equipment, and developing electronic licensing systems. At its 49<sup>th</sup> meeting the Executive Committee recommended National Ozone Units (NOUs) in planning and implementing RMPs and TPMPs updating and complementing ODS-related legislation where additional legal measures were needed and further specification of enforcement mechanisms had been identified, including, for example banning the import and export of CFC-based second-hand refrigeration equipment; mandatory certification of technicians performing professional activities in refrigeration servicing; specification of a system of sanctions in cases of violation of legal regulations; improvement of the mechanisms for import and export quota allocations under the licensing system and the monitoring of their actual use; and enhancement of cooperation between the NOU and the customs authorities.

3. In phasing-out HCFCs, the HCFC licensing and quota systems were established as a pre-requisite for accessing funds under the HPMPs (decision 54/39 and 63/17 respectively). Article 5 countries are currently considering additional regulatory measures to support the phase-out of HCFCs. The UNEP publication “HCFC policy and legislative options” provides a comprehensive analysis of legislative and regulatory options that could be considered in designing and implementing various stages of HPMPs. For example, measures related to monitoring and control trade that could minimize adverse impact on climate include<sup>6</sup>, *inter alia*:

- (a) Mandatory reporting by HCFC importers and exporters in order to monitor the actual use of the licenses issued and ensure the effectiveness of the licensing system. It would allow comparing the customs data with actual data from the importers/exporters helping verify compliance with consumption targets, ensure a better identification of blends (a common issue in HPMPs submitted), and identify potential illegal shipments through

---

<sup>5</sup> Article 4b of the Montreal Protocol requests all Parties to establish and implement a system for licensing the import and export of new, used, recycled and reclaimed controlled substances in Annexes A, B, C and E.

<sup>6</sup> HCFC Policy and Legislative Options, A guide for Developing Countries, UNEP, 2010.

discrepancies among the two sets of data in benefit of the importers/exporters. Linking the annual reporting to the issuance of licenses for the next year would give enough incentive to report. This will also revert in more reliable data reported to the Ozone Secretariat;

- (b) Ban on “non-refillable” (disposable) HCFC containers. It has been implemented in Australia, Canada, the European Union and it is proposed in the HPMP of Saudi Arabia. This measure can assist in a faster phase-out of HCFCs as it will make the illegal trade more difficult, as it is much easier to counterfeit small cylinders than larger ones. In addition, HCFC emissions from almost empty non-refillable containers will be avoided. It will represent additional effort and cost for dealers and servicing companies that will need to re-package the HCFC from big cylinders to smaller ones, but the price of import in larger cylinders or tanks will be smaller. This measure could be extended to a ban of non-refillable cylinders containing alternatives to close the possibility of illegal trade by mislabelling HCFC cylinders as HFCs. UNEP’s feedback from the field indicates that this measure might be possible in some places but more difficult to implement in some regions where most cylinders used are non-refillable and the volumes managed are small. Capacity for local filling would be required and this may require certain volume of operations to be sustainable. It may also increase the price of HCFC, which in some cases may stimulate illegal trade;
- (c) Restrictions on imports/placing on the market of products and equipment containing or relying on HCFCs. Several Article 5 countries have proposed in their HPMPs the ban on imports of HCFC-141b and equipment/products containing HCFC-141b to support the total phase out in the foam manufacturing sector. Others have also included a ban on imports of all HCFC-based equipment at some point during the implementation of stage I of the HPMPs. Given the scenario of technology maturity and availability it is important to keep into consideration the timing and the modalities of these controls, as they would influence the selection of technologies phased in to replace HCFCs. There are options that could provide more flexibility while the scenario of alternatives continues evolving, for example a gradual ban by type of equipment, or an extension of the HCFC licensing system to also cover HCFC-based equipment, which would represent more burden to the authorities but would also allow them to monitor and control the flow of products and equipment relying on HCFC to determine future needs of refrigerant for servicing;
- (d) Fees for HCFC imports provide disincentives for using expensive HCFCs and incentives for using alternatives, therefore it should be considered to extend the fees to high-GWP alternatives. It also improve recovery rates and would collect resources to help fund cost related to ODS phase-out. This measure is being implemented in Australia, Denmark, Norway and other countries. Mauritius also introduced in 2000 zero duty import in ODS-free alternatives and non-ODS equipment, and 30 per cent duties in ODS including HCFC-22. In order to minimize adverse climate impact this measure should be carefully designed to ensure that there are low-GWP alternatives to replace the HCFC-22 and through the measure they will become more competitive, otherwise it could revert on an incentive to increase high GWP alternatives; and
- (e) Extending the licensing system to include the most commonly used refrigerants in the country, namely HFCs and HFC-based mixtures, hydrocarbons (HC-290 and HC-600A), would allow the country to simultaneously achieve ozone and climate benefits as it would limit the use of HFCs, allow a better monitoring and influence on the introduction of alternatives, and reduce the possibility of illegal import of HCFC labelled as HFC. Other monitoring and control trade considered in the study include requirement for proof of

origin for HCFC shipments, electronically operated licensing system and permits for each HCFC shipment.

4. Options related to restrictions on use of HCFCs include *inter alia*:
  - (a) HCFC use bans (whether starting by the HCFC with the highest ODP or by the most emissive uses like flushing) would have an effect in the demand for HCFC allowing a well-controlled HCFC phase-out minimizing the impact on particular subsectors. Several Article 5 countries included the ban in the use of HCFC-141b in flushing in stage I; and
  - (b) Ban on new HCFC installations would promote the introduction of non-HCFC technologies and facilitate the HCFC phase out. It would not stop the use of HCFC in existing installations but would reduce demand for HCFC on new installations and avoid future demand for HCFC to serve them. It would also help prevent the dumping of obsolete HCFC equipment. It could be complemented by incentives and financial support for building new installations based on alternatives and disincentives through taxes. It should be accompanied by the promotion of low-GWP alternatives and its promulgation should take into account the availability of these technologies.
  
5. UNEP is assisting several countries in introducing standards and codes on installation, servicing, design, emission reductions, and records keeping for importers, dealers and servicing companies. Some options related to record keeping include:
  - (a) Mandatory HCFC logbooks. They could include HCFC importers, exporters and dealers, and HCFC users, and could be complemented with reporting obligation. They could help monitor how legislation is being followed and allow for effective monitoring of HCFCs flow and quantities recovered, recycled and reclaimed; and
  - (b) Mandatory HCFC equipment logbooks. Their contribution to minimize adverse climate impact is substantial as they provide data on HCFC emissions that can help verify compliance with obligations related to HCFC recovery and related leak checking. They facilitate actual calculation of emissions (or annual leakage rate) per type of equipment. The system would require decisions on minimum size and type of equipment to be included and the creation of a National Register of Equipment and a system to report data. Record keeping for equipment containing 3 kg or more of HCFC is mandatory in European Union, and in India all users of ODS, including owners of HCFC equipment must register, but there is no obligation of record keeping or reporting data. According to UNEP's experience record keeping can be introduced initially in large and medium size companies. In small will be more difficult, but many individual technicians will try to comply with the requirements to join medium and large companies. In the long term many small will follow medium and large standards.
  
6. Limited enforcement capacity is a deterrent in many countries when it comes to establishing a more comprehensive set of policies to control HCFCs. Countries have been successful in enforcing trade measures with the assistance of customs departments. However, enforcing emission control measures and those directly related to the operation of the servicing sector in the field is another issue that merits further consideration.

#### **Training in good practices in refrigeration**

7. Guidelines on training in good practices in refrigeration were approved at the 23<sup>rd</sup> Executive Committee meeting (decision 23/48) and several evaluations compiled important lessons learned on this

activity. Training in good refrigeration practices has been provided to practically all Article 5 countries<sup>7</sup>. Many of them were implemented in cooperation with training institutes and/or included technicians' certification schemes.

8. Although no quantifiable information exists on the final impact in terms of reduction of CFC consumption attributable to technical training, Multilateral Fund evaluations have concluded that the introduction of good practices in refrigeration servicing is an important factor in reducing CFC emissions into the atmosphere<sup>8</sup>. Some of the qualitative outcomes from the training programmes include increased awareness in the sector on conservation, preventive maintenance and knowledge of substitute technologies, and incorporation of knowledge gained into their regular training-centre courses. Some punctual quantitative evidence is available, but is difficult to extrapolate. For instance, recent feedback from the case study undertaken as part of the multi-year agreement (MYA) evaluation in India indicates that all servicing workshops visited confirmed a permanent change in their servicing practices after the training course due to a favourable reaction by their clientele, achieving between 10 and 40 per cent reductions in their refrigerant consumption.

9. One of the lessons learned from the implemented projects is that the training should become sustainable in order to contribute to a permanent change of behaviour after the project is completed. The evaluation of RMPs in 2003 indicated that training had already covered between 30 to 70 per cent of the technicians in registered workshops and informal technicians in some cases, and that training was already a self-sustaining process, as local trainers were trained and the training modules incorporated into the curricula of the refrigeration courses of Technical Colleges. The TPMP evaluation in 2009 reported that in most of the eight countries visited, refrigeration training modules had been incorporated in the curriculums of technical schools and vocational training courses, or respective agreements with universities and other technical canter had been established to prepare training material and to organize courses for refrigeration technicians, ensuring the sustainability.

10. Recommendations from past evaluations also included that certification systems for successfully participating in training programmes should be supported through regulations in the country, or even considering mandatory certification of technicians performing professional activities in refrigeration servicing. Many countries complemented the training with technicians' certifications schemes. The understanding and scope of certification schemes vary from country to country from the issuance of a certificate by the NOU to each participant in the training in good practices, to the establishment of a scheme supported by technical norms to provide different levels of certification by a third body upon the approval of technical tests. While the ultimate goal in many countries appears to be making good servicing practices mandatory for all refrigeration technicians through a certification scheme, UNDP and UNEP indicated that NOUs faced challenges to make certification compulsory as often this decision goes beyond their domain (i.e., is an issue related to the ministries of education and/or labour). This difficulty has been overcome in some countries, but not in all. UNEP has explored alternative ways to tackle the issue, environmental certificate issued by the environmental authorities is currently being tested in Iraq, this certificate would be comparable to the one issued by the United States Environmental Protection Agency, as it is issued by the environmental authorities.

11. There also seems to be evidence supporting the idea that the technician's certification schemes could be further developed and combined with regulations on record keeping. Several concrete examples discussed in UNEP regional network meetings demonstrate how comprehensive strategies combining training, certification schemes and regulations have achieved measureable results on leakage reduction.

---

<sup>7</sup> The inventory of projects approved includes more than 450 entries for around US \$45 million covering training of technicians, be it through individual projects, as part of RMPs or as tranches related to TPMPs, NPPs and HPMPs.

<sup>8</sup> Final report on the evaluation of the implementation of RMPs (UNEP/OzL.Pro/ExCom/41/7)



12. One of them is the certification scheme in Hungary, managed by the refrigeration association, which provides different categories of certification to personnel and companies, according to their level of knowledge, and also registers stakeholders. Under this scheme, non-certified technicians or companies cannot buy refrigerant in the market. The system is enforced by around 30 inspectors in 11 authorities that receive periodic training. In Poland, the certification is handled by the State Office of technical inspection and is complemented by a registry system with reporting obligations to entities importing, exporting, using, recovering, recycling, reclaiming or destroying ODS refrigerant. The system is supported by penalties for intentional venting of ODS, one reclamation centre and one destruction facility.

13. The work with refrigeration associations has been reported as positive. The evaluation on training programmes<sup>9</sup> recommends that consideration should be given to strengthening of associations and involving them more closely in project implementation. Evaluation on TPMPs found that cooperation with RAC associations is important, most countries have one that covers up to 80 per cent of the population. Sometimes it is an entrepreneurs' association, but it is a private or a private/public body that groups the key stakeholders, technicians, importers, distributors, among others<sup>10</sup>. An efficient and operational public-private partnership forum was instrumental in achieving CFC phase out<sup>11</sup>.

#### **Refrigerant conservation (recovery, recycling and reclaiming):**

14. Implementation of CFC recovery and recycling (R&R) schemes faced a number of issues that prevented them from achieving proper refrigerant conservation and adequate measurement of emissions reductions. These issues included: low CFC prices that prevailed during most of the period of CFC phase-out; lack of regulations to prohibit purposeful emissions of ODS as well as lack of awareness among technician and end-user; high costs of R&R equipment and lack of supplies (e.g., filters) on local markets; weight of equipment, lack of a proper monitoring and reporting systems; and difficulty structuring incentives to ensure that recovered refrigerants was taken to recycling centres and back, especially if the price of the recycled refrigerant was low<sup>12</sup>.

15. Several Executive Committee decisions<sup>13</sup> requested not commence R&R projects until incentives or regulatory measures were put in place in order to ensure their sustainability and other prerequisites for success addressing the issues above were in place. The RMP evaluation<sup>14</sup> observed that R&R was better in larger installations, recovered gas was rarely brought to recycling centers, and lighter oil-less equipment with capacity to recover also HCFC-22 was preferred. The evaluation gave recommendations on more pre-requisites for R&R subsequently reflected in decision 41/100. The decision, subsequently reiterated in decision 49/6, requested Article 5 countries and bilateral and implementing agencies to consider concentrating recovery and reuse of CFC on large-size commercial and industrial installations and mobile air conditioner (MAC) sectors, if significant numbers of CFC-12 based systems still exist and the availability of CFC is strongly reduced by the adoption of effective import control measures. It also requested becoming more selective in providing new recovery, and in particular recycling equipment, by establishing during project preparation a sounder estimate of the likely demand for recovery and recycling equipment; delivering equipment to the country only against firm orders and with significant cost participation by the workshops for equipment provided, using locally-assembled machines to the extent possible; procuring, delivering and distributing equipment in several stages, after reviewing the utilization of equipment delivered and verifying further demand; and ensuring that adequate follow-up service and information are available to keep the recovery and recycling equipment in service. It also recommended monitoring the use of equipment and knowledge acquired by the beneficiaries, on an ongoing basis.

---

<sup>9</sup> UNEP/OzL.Pro/ExCom/31/20.

<sup>10</sup> UNEP/OzL.Pro/ExCom/58/8.

<sup>11</sup> UNEP/OzL.Pro/ExCom/58/8.

<sup>12</sup> UNEP/OzL.Pro/ExCom/31/18.

<sup>13</sup> Decisions 22/24 and 38/38 among others.

<sup>14</sup> UNEP/OzL.Pro/ExCom/41/7.

16. The TPMP evaluation reported that some countries replaced their R&R projects by the distribution of tools to technicians in their TPMPs and others submitted substantially modified R&R projects based on the lessons learned reflected in decisions 41/100 and 49/6. Allowing the procurement of R&R equipment that could operate with other substances had positive results as it has been historically reported more recovery of HCFC-22 than CFC-12. However, NOUs still had difficulties in receiving the information from beneficiaries despite contractual commitments to report data R&R of refrigerant.

17. Feedback provided by the implementing agencies on the implementation of the HPMPs indicates that there are some factors that can enhance the effectiveness of recovery, recycling and reclaiming, subsequently reducing HCFC emissions.

UNDP identified as major shortcomings in previous recovery/recycling/reclamation projects the absence of a counterpart stake or ownership from the recipients, the absence of a commercial incentive for recovery/recycling or reclamation of CFCs); inadequate size and definition of ownership of reclamation facilities, inadequate logistics for managing the flow of recovered CFCs from technicians to the reclamation facilities and the absence of standards or certification of recycled and reclaimed CFCs (causing apprehension or suspicion in CFC buyers about the quality of such CFCs). With the increased supply of relatively inexpensive reclamation units that can guarantee the return of certified refrigerant (ARI 700), in some countries the recycling is being replaced by reclamation. The reclamation units have been established in enterprises that are involved in the refrigerant sales business following a business model and co-financing by the beneficiary enterprise. In several countries technicians can change certain amount of impure refrigerant by a smaller amount of pure in the reclaiming center, with no money exchange. Reclaiming units are also set to work with blends..

18. According to UNIDO:

- (a) Service sector is approached in the best manner by introducing centralized reclaim in combination with decentralized recycling/re-use (through adding an external filter kit to a recovery unit). Both concepts are technically sound and meet the standards' guidelines (e.g. EN-378). Applying recycling as a centralized operation is not considered; since purity is not guaranteed and equipment is not widely available;
- (b) CFC recovery basically took place from domestic refrigerators and automotive air-conditioning (MAC). As for domestic refrigeration; quantities recovered were very small due to the small refrigerant charge (100-150 g) in combination with handling losses. As for MAC's the approach was typically recovery and direct re-use through a MAC service unit; where the re-use rate may not be logged;
- (c) When recovering HCFC-22, we expect much higher recovery rates due to the larger charge size – in particular from air-conditioning units. Emphasis should also be given – to a larger extent – to push-pull recovery methods; which is applicable for larger charges;
- (d) A recovery, reclaim and re-use scheme should preferably be integrated into the existing refrigerant supply chain. We believe it's important to involve the private sector; possibly through a selection process, where the business model is also a selection criteria.

### **Retrofit and replacement activities in end-user sector**

19. The guidelines for end-user conversion in the commercial refrigeration sector adopted by the Executive Committee at its 28<sup>th</sup> meeting<sup>15</sup> established that the relevant circumstances which must prevail before priority would be accorded to end-user conversion activities were:

- (a) Production and import control on CFC and CFC-based equipment in place and effectively enforced, and restricts the deployment of new CFC components;
- (b) The country's major remaining consumption is for the servicing of refrigeration and air-conditioning equipment;
- (c) Comprehensive data on the profile of all remaining consumption has been determined and made available to the Executive Committee, and
- (d) Either no other possible activities would allow the country to meet its CFC control obligations, or the comparative consumer price of CFCs, relative to substitute refrigerants, has been high for at least 9 months and is predicted to continue to increase.

20. Under the above circumstances for an initial period of 18 months the retrofitting of commercial refrigeration equipment continued to be assessed on a case by-case basis and priority was given to projects for the conversion of cold stores in the agricultural, fisheries or other food-chain industries which are important for the economies of the countries concerned. Only a few end-user conversion projects were considered and approved by the Executive Committee within the established period.

21. The Executive Committee decided at its 31<sup>st</sup> meeting that incentive programmes to encourage retrofitting could be submitted under (decision 31/48). At the 32<sup>nd</sup> meeting UNDP developed the concept of incentive programmes for retrofit/replacement of refrigeration equipment in the commercial and industrial end-user and submitted three projects.

22. The evaluation on the implementation of RMPs conducted in 2003 reported pilot tests on retrofitting domestic and small commercial appliances to HC in several countries visited (Ghana, Senegal, Uruguay), which were seen as a potential option to continue operating CFC-based refrigerators with limited cost after the CFC phase-out. They required intensive safety training for technicians and adaptations of workshops, and claimed that the energy efficiency would improve, although this was not documented. Conversions of refrigerators to HFC-134a were found not economically viable in most cases due to its relative high cost, the cost of ester oil and difficulties to handle the system. Drop-in refrigerants were at the time considered worth it to explore as useful transitional solutions.

23. The limited evidence collected on end-user conversions during this evaluation suggested again that incentive programmes can, in principle, be effective if the following elements are in place: an operational and effective import licensing system with quota allocations, a reliable control of the level of CFC consumption, a narrowing or even inverted price differential between CFCs and alternative refrigerants, the introduction of economic incentives to industrial and commercial companies, and last not least, economic growth which helps to mobilize public and private funds for modernization investments. The evaluation also concluded that it was the anticipation of market developments and not awareness-raising what could induce the private sector to embark upon conversion of technologies implying additional investments, and that further analysis on the factors for success was required.

---

<sup>15</sup> Decision 28/44.

24. By 2007, twenty refrigeration end-user incentive programmes had been approved and a subsequent desk study on incentive programmes for retrofits was undertaken. The study confirmed that it was possible and also essential for a country to meet the pre-requisites established by the Executive Committee for approval of incentive programmes - i.e production and import controls on CFCs and CFC-based equipment in place and effectively enforced, and restricted development of new CFC components-, and without these pre-conditions being in place, the necessary close cooperation with the potential beneficiaries was very difficult or impossible to realize, as some countries experienced. Project delays observed in this evaluation were attributed primarily to lack of necessary preconditions for the successful start of the incentive projects<sup>16</sup>.

25. The study showed that a series of substitutes were considered in the end-user incentive programmes, including retrofitting to HCFC-22, HFC-134a, HFC-404A, hydrocarbon, or dropping in refrigerant HFC-406, HFC-409 and C-10M1. The beneficiary enterprise from the incentive programme confirmed significant economic benefits derived from the conversion due to the lower price of HCFC-22 (in all the cases between 20 and 52 per cent of the price of CFC-12). In cases of conversion to HFC-134a or HFC-404A, owners of refrigeration equipment advised that even though the price per kilogram of new alternatives was currently higher than that of CFC-12, the economic benefits derived from the operational efficiency of the new systems far outweigh the differences in the prices of the refrigerants and should be an incentive for converting to new alternatives. Drop-in conversion using ternary blends containing HCFC had at the time limited applications in Article 5 countries due to their low availability and high cost, especially given the high leakage rate of aging refrigeration equipment. Almost all companies reported that refrigerant leakages and frequent breakdowns have been reduced or completely stopped resulting in drastic reductions of operational expenses and periodic losses of stored products.

26. Some of the factors that motivated the end-users to retrofit their equipment included a limited remaining life time of existing equipment and increased cost of maintenance; increase in price of CFC-12 refrigerant and comparatively low price of HCFC-22; increased awareness of owners regarding ODS phase-out and future shortage of CFC refrigerants; relatively simple procedures for accessing funds under the incentive programme; increased awareness about additional benefits resulting from conversion such as energy savings, lower cost of maintenance, reduced leakages, and emerging business opportunities associated with better performance of the replaced or retrofitted refrigeration equipment. The retrofit of existing equipment resulted in extension of its life span and deferral of otherwise inevitable investments in equipment in the food processing industry; availability of alternative technology and local contractors providing quality service for replacement and retrofit; and good connection of local consultants with servicing technicians and local refrigeration contractors through the national refrigeration association.

27. In 2009, the evaluation of TPMPs concluded that incentive projects in retrofit worked well in places where CFC-12 prices were growing rapidly while the prices of equally available alternatives was stable and that the price difference, the level of the incentive and the NOU related activities also played a significant role<sup>17</sup>.

#### *Views on retrofit expressed by UNIDO*

28. The only HCFC-22 alternatives available for retrofit are high-GWP (such as HFC-407C/F, HFC-404A). HFC-32 does not qualify as retrofit candidate due to its higher operating pressures. The only low-GWP alternative that comes close to HCFC-22 is HC-290 (propane); however, its application is limited due to the flammability. Furthermore, the volumetric refrigeration capacity of HC-290 is around 85 per cent of HCFC-22; so a retrofit may also lead to lack of performance at design conditions. Also, based on experience from the Chinese RAC sector, A/C manufacturer reduce the heat exchanger pipe size

---

<sup>16</sup> UNEP/OzL.Pro/ExCom/52/18.

<sup>17</sup> UNEP/OzL.Pro/ExCom/58/8.

to ensure proper heat transfer (refrigerant velocity). Trials made at Petra/Jordan with un-optimized heat exchangers showed drop in efficiency. HC-1270 (propylene) appears to have better volumetric capacity; but concerns about flammability and heat exchanger modifications remain. Better low-GWP replacements are foreseen; both hydrocarbon mixtures as well as HFO/HFC mixtures; but none are commercially available. The only option to address service sector within next 5 years is through recovery, reclaim and re-use.

*Feedback on retrofit of HCFC-based equipment to HCs*

29. UNEP informed that in some countries in Africa and the Caribbean HC-290 is being used for retrofitting, operating and/or filling HCFC-22-based equipment. It appears that market conditions may be favourable for this practice, as it is taking place independently of efforts under the HPMPs, in some cases by enterprises that are promoting the practice and providing related training to technicians. In response to this practice, during implementation of the HPMPs, UNEP and other agencies that have found a similar situation have given priority to providing training to technicians on safe handling of HC technologies already to some extent in the market and developing codes and standards on their use.

30. In Africa, Malawi is one of the countries where HC-290 is used for retrofitting window and split air conditioners, the price of HCFC-22 is approximately US \$10.20/kg, and the price of HC-290 is approximately US \$15.30/kg. It is estimated that in average, out of ten potential air conditioners, only two could be retrofitted due to inadequate capacity on handling HCs. UNEP's role has been providing training on the proper use of HC technologies to refrigeration technicians; assisting in strengthening of Refrigeration Associations and Certification Programme and providing assistance to develop a code on the use of HCs. In a train-the-trainers national workshop it was demonstrated how to undertake a proper conversion including changes to the electrical system and other modifications operate with a flammable refrigerant.

31. The German bilateral agency Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) informed during discussions on the subject and in the context of submission of HPMP tranche requests, that it is providing assistance to Article 5 countries in ensuring proper introduction of HCs as alternative refrigerants to HCFC-22. For example: in Seychelles, GIZ is providing training on retrofits to HCs following European Standards for the use of flammable refrigerants, and implementing a demonstration project to replace the use of HCFC-based splits air-conditioning units with a HC-based chiller operated by solar energy. The publication Guidelines for the Safe Use of HC Refrigerants by GIZ (2010) provides comprehensive orientation on the safe introduction of HCs and existing international standards.