



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

Distr.  
GENERAL

UNEP/OzL.Pro/ExCom/90/6  
27 de mayo de 2022

ESPAÑOL  
ORIGINAL: INGLÉS

---

COMITÉ EJECUTIVO DEL FONDO MULTILATERAL  
PARA LA APLICACIÓN DEL  
PROTOCOLO DE MONTREAL  
Nonagésima reunión  
Montreal, 20-23 de junio de 2022  
Cuestión 6 a) del orden del día  
Cuestión 6 a) del orden del día provisional<sup>1</sup>

**ESTUDIO DOCUMENTAL PARA LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE DEMOSTRACIÓN  
PARA ALTERNATIVAS DE LOS HCFC  
CON BAJO POTENCIAL DE CALENTAMIENTO ATMOSFÉRICO**

---

<sup>1</sup> Documento PNUMA/OzL.Pro/ExCom/90/1

## ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO .....	iv
Antecedentes y alcance del estudio.....	iv
Metodología .....	iv
Resultados clave.....	iv
Camino a seguir: Elementos para el diseño de proyectos de demostración.....	vi
ESTUDIO DOCUMENTAL PARA LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE DEMOSTRACIÓN PARA ALTERNATIVAS DE LOS HCFC CON BAJO POTENCIAL DE CALENTAMIENTO ATMOSFÉRICO .....	1
I.    Introducción .....	1
Objetivos del estudio documental .....	1
Alcance y metodología.....	1
II.   Resultados de la evaluación del estudio documental .....	2
Objetivos y diseño de los proyectos de demostración .....	4
Opción, adopción y aplicación de la tecnología de proyectos de conversión .....	8
Políticas y reglamentaciones .....	14
Arreglos institucionales y gestión .....	15
Supervisión y evaluación/verificación .....	15
Asistencia técnica y capacitación.....	16
Aspectos financieros .....	17
Comunicación, notificación y divulgación .....	20
Sostenibilidad y capacidad de replicación .....	20
Resultados generales .....	22
Consideraciones para el diseño de futuros proyectos de demostración .....	23
III.  Recomendación .....	25
Anexo I: Lista de proyectos de demostración aprobados por el Comité Ejecutivo .....	1
Anexo II: Actualizaciones sobre el resumen de los resultados logrados hasta el momento de los proyectos de demostración aprobados para los HCFC .....	1
Anexo III: Elementos adicionales para posibles condiciones del marco para los proyectos de demostración .....	1
Anexo IV: Matriz de evaluación.....	1
Anexo V: Lista de documentos examinados.....	1

## ABREVIATURAS

AC	Aire acondicionado
CFC	Clorofluorocarbono
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
CoD	Coefficiente de desempeño
DME	Éter dimetílico
PCA	Potencial de calentamiento atmosférico
TAE	Temperatura ambiente elevada
SA	Sistema armonizado (para clasificación de mercaderías)
HC	Hidrocarburo
HCFC	Hidroclorofluorocarbono
HFC	Hidrofluorocarbono
HFE	Hidrofluoroéter
HFO	Hidrofluoroolefina
PGEH	Plan de gestión de eliminación de los hidrocarburos
OE	Organismo de ejecución
GAC	Gasto adicional de capital
RIC	Refrigeración industrial y comercial
GAE	Gasto adicional de explotación
PAK	Planes de aplicación de Kigali para los HFC
MP	Formiato de metilo
Protocolo de Montreal	Protocolo de Montreal
FML	Fondo Multilateral para la Aplicación del Protocolo de Montreal
tm	Toneladas métricas
NH <sub>3</sub>	Amoníaco
DNO	Dependencia nacional del ozono
PAO	Potencial de agotamiento del ozono
SAO	Sustancias que agotan la capa de ozono
ITP	Informe de terminación de proyecto
PU	Poliuretano
I+D	Investigación y desarrollo
RAC	Refrigeración y aire acondicionado
ODS	Objetivo de desarrollo sostenible
OSSE	Oficial Superior de Supervisión y Evaluación
TEAP	Grupo de evaluación tecnológica y económica
TOR	Mandato
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
ONUDI	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial
XPS	Poliestireno extruido
BM	Banco Mundial

## RESUMEN EJECUTIVO

### Antecedentes y alcance del estudio

a. El Comité Ejecutivo del Fondo Multilateral para la Aplicación del Protocolo de Montreal ha financiado 32 proyectos de demostración a fin de utilizar las alternativas de los HCFC con bajo potencial de calentamiento atmosférico (decisiones 55/43 y 72/40). Estos proyectos de demostración se financiaron para facilitar la recopilación de datos precisos sobre los gastos adicionales de capital y los gastos adicionales de explotación o los ahorros, así como otros datos pertinentes al uso de tecnologías alternativas de los HCFC.

b. Este estudio documental se centra en las cuestiones relacionadas con el diseño y la ejecución de los proyectos de demostración, sus resultados y su influencia/impacto en la adopción más amplia de las tecnologías alternativas comprobadas en los sectores pertinentes. El mandato definió los siguientes aspectos que se abordarán en el estudio: a) diseño de proyecto; b) selección, adopción de la tecnología y ejecución del proyecto de conversión; c) políticas y reglamentaciones; d) acuerdos institucionales y gestión; e) supervisión, evaluación y verificación; f) asistencia técnica y capacitación; g) aspectos financieros; h) comunicación y divulgación; y i) sostenibilidad y capacidad de replicación.

c. El alcance y la cobertura del estudio documental está definido por el mandato aprobado por el Comité Ejecutivo (documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/86/12/Rev.1). La tarea del estudio documental se incluyó como una actividad que se llevará a cabo durante la ejecución del Programa de trabajo de supervisión y evaluación para el año 2022 (documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/88/11/Rev.1).

### Metodología

d. La investigación de los documentos se hizo en base de un examen de la documentación de proyectos relacionada a proyectos de demostración y la información recopilada de los organismos de ejecución. El estudio se centró en las cuestiones clave proporcionadas en el mandato para el estudio documental de la evaluación de 'Proyectos de demostración para las alternativas a los HCFC con bajo potencial de calentamiento atmosférico', aprobado en la 86ª reunión del Comité Ejecutivo. La matriz de evaluación se incluye en el Anexo IV.

e. El informe ha sido preparado por un consultor internacional independiente con pericia pertinente sobre la cuestión técnica, bajo la supervisión del Oficial superior de supervisión y evaluación. La Secretaría del Fondo Multilateral y el Oficial superior de supervisión y evaluación proporcionaron toda la documentación básica necesaria para que el consultor hiciera un estudio documental y análisis exhaustivos de toda la documentación relacionada con los proyectos.

f. Se consultó a los organismos de ejecución y estos suministraron información adicional llenando cuestionarios y respondiendo a las entrevistas *ad hoc* cuando fue necesario. Asimismo, los organismos han tenido la oportunidad de proporcionar observaciones fácticas finales sobre el proyecto de informe; se les pidió actuar de enlace con los organismos bilaterales, cuando proceda, si habían ejecutado en nombre de estos organismos. La versión final pasó por un proceso interno de revisión por pares dentro de la Secretaría.

### Resultados clave

g. Los proyectos de demostración, conforme a los objetivos establecidos por decisión del Comité Ejecutivo para apoyar estos proyectos (decisiones 55/43 y 71/51 a)), tuvieron como fin evaluar el uso de tecnologías alternativas de los HCFC.

*Penetración en el mercado y barreras*

h. Estos proyectos han contribuido a identificar los tipos de barreras que obstaculizarían la penetración de las tecnologías alternativas demostradas con bajo potencial de calentamiento atmosférico de los HCFC, por ejemplo: falta de claridad sobre la manera de acceder a la tecnología y los costos asociados (es decir, posibles licencias, regalías o tasas de transferencia de tecnología); viabilidad técnica de la tecnología para usos específicos; falta de disponibilidad de las sustancias alternativas y de los componentes/equipos requeridos en el mercado local; gastos de explotación elevados de algunas tecnologías alternativas; y falta de normas o prácticas de servicio y mantenimiento (especialmente en el manejo de alternativas inflamables).

*Impacto en el desarrollo de las estrategias de los planes de gestión de eliminación de los HCFC*

i. El estudio documental descubrió que la experiencia adquirida con estos proyectos de demostración fue utilizada por los países para desarrollar planes sectoriales y estrategias del país para los planes de gestión de eliminación de los HCFC. Esto llevó a la adopción más amplia de ciertas tecnologías, como el formiato de metilo (MF), el metilal y el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), en el sector de espumas de poliuretano; el HFC-32 en acondicionadores de aire; el amoníaco (NH<sub>3</sub>)/CO<sub>2</sub> en refrigeración comercial, y el KC-6 en el sector de solventes.

*Limitaciones de la absorción del mercado de tecnologías específicas comprobadas*

j. Unas pocas tecnologías (R-290 y los HFO) tienen dificultades relacionadas con la aceptación por parte del mercado, una falta de normas de seguridad pertinentes asociadas con la inflamabilidad, costos mayores asociados con las preocupaciones de la inflamabilidad y la seguridad, y cuestiones de disponibilidad comercial. Estas dificultades pueden haber restringido una adopción más amplia de estas tecnologías y haber sido, en algunos casos, un impedimento para la adopción de la tecnología demostrada.

*Capacidad institucional y función de las dependencias nacionales del ozono*

k. En algunos casos, se identificó la escasa capacidad de la dependencia nacional del ozono como una barrera institucional importante. Hubo una falta de anchura de banda y pericia técnica alrededor de las preocupaciones importantes asociadas a proyectos de demostración, porque estas iniciativas se concibieron en los días iniciales de la preparación y ejecución de los planes de gestión de eliminación de los HCFC. Este descubrimiento sugiere que la evaluación de la capacidad existente en las dependencias nacionales del ozono para realizar proyectos de demostración debería formar parte del diseño del proyecto para explicar sus consecuencias en los plazos y la eficacia de la ejecución del proyecto.

*Dificultades tecnológicas y retrasos*

l. El análisis del estudio documental de los documentos relacionados con los proyectos identificó las siguientes dificultades tecnológicas como factores clave que afectaban y/o atrasaban la ejecución de proyectos: a) retrasos en la adquisiciones de equipos o materiales; b) cuestiones de desempeño observadas en los ensayos iniciales que necesitaron pruebas adicionales para su optimización; c) una falta de investigación y desarrollo apropiada o de laboratorios de prueba; d) preocupaciones sobre el tamaño de la carga de refrigerante y las características de seguridad conexas relacionadas con la inflamabilidad de los refrigerantes; y e) falta de pericia técnica local.

*Diseño, evaluación de riesgos y sostenibilidad de los proyectos*

m. Las actividades incluidas en los proyectos de demostración han sido exhaustivas y completas y se han alineado adecuadamente con los objetivos previstos por los proyectos. Asimismo, los proyectos de

demonstración fueron decisivos para identificar otras cuestiones no técnicas que deben estudiarse más o requieren medidas para la adopción más amplia de tecnologías exitosas. Estas cuestiones incluyen la disponibilidad comercial, las normas de seguridad necesarias y las ganancias en eficiencia energética provenientes de la adopción de tecnologías alternativas. No obstante, los proyectos no se planearon para explorar más allá de la viabilidad tecnológica. Se podrían contemplar otros parámetros al diseñar proyectos futuros para explorar más los riesgos y la sostenibilidad relacionados con la absorción tecnológica y la penetración en el mercado. Esto podría facilitarse poniendo al día el diseño de plantillas de propuestas de proyectos para agregar parámetros pertinentes que no se tuvieron en cuenta en el diseño anterior de los proyectos de demostración, por ejemplo, riesgos de ensayos fallidos, seguimiento de la absorción y adopción del mercado.

#### *Duración para la demostración en el diseño de proyectos*

n. Se esperaba que los proyectos concluyesen en un período de 18-24 meses (un promedio de duración presupuestada de 19 meses) para proporcionar aportes esenciales para incluir en los planes de gestión de eliminación de los HCFC. No obstante, casi todos los proyectos de demostración se retrasaron (con un promedio duración de 37 meses). La documentación de los proyectos dispone de escasa información para atribuir razones a los retrasos. Algunas de las causas clave para los retrasos mencionadas en los documentos incluyen cuestiones administrativas y relacionadas con las adquisiciones. Esta comprobación sugiere que el diseño y la ejecución de los proyectos podrían mejorarse más para anticipar posibles obstáculos administrativos y de adquisiciones y para justificarlos en la fase de diseño y la planificación de la ejecución de los proyectos.

#### *Disponibilidad de financiamiento*

o. Se dispuso de financiación adecuada para demostrar la viabilidad inicial y el uso de la alternativa seleccionada. La cofinanciación para los proyectos de conversión se extendió del 13,2 por ciento al 86,7 por ciento, y provino de las compañías donde se llevó a cabo la conversión. En el estudio documental se identificaron ciertos casos donde hubiera sido necesario hacer más pruebas para demostrar la viabilidad de las alternativas (por ej., el uso de los HFO o del MF en el sector de espumas), pero debido a la limitación de los fondos asignados para el proyecto, no se realizaron otras pruebas.

#### *Género*

p. La mayor parte de los proyectos no supervisaron ni informaron sobre cuestiones de género, y no proporcionaron datos desglosados por género, ya que se diseñaron antes de que el Comité Ejecutivo, en su 84ª reunión, adoptara una política de integración de la perspectiva de género.

#### **Camino a seguir: Elementos para el diseño de proyectos de demostración**

q. El propósito y el diseño de los proyectos de demostración podrían revisarse y ampliarse para asegurar que evalúan no sólo la viabilidad técnica en el uso de una tecnología, sino que también otras cuestiones pertinentes a su posible adopción en los países, inclusive las dificultades de absorción del mercado que pueden encontrar los productos basados en una tecnología alternativa. Esta incorporación de otros parámetros contextuales que potencialmente afectan la adopción de una tecnología contribuiría a la aportación de una evaluación completa de la viabilidad técnico-comercial mediante la ejecución de proyectos de demostración. El conocimiento pormenorizado de las cuestiones de tecnología-mercado ayudaría a los países a desarrollar estrategias más eficaces de reducción de los HCFC y HFC.

r. Las cuestiones administrativas y de adquisiciones posiblemente podrían formar parte de una evaluación preliminar minuciosa en la etapa de diseño. Tal evaluación podría ayudar a identificar posibles atascos u obstáculos potenciales que se considerarán al definir la duración del proyecto y la fecha prevista

de terminación. Los mecanismos *ad hoc* para que un proceso más rápido acorte el período entre la fecha de aprobación y la iniciación del proyecto para los proyectos de demostración podrían ayudar su ejecución y recoger resultados dentro de un período útil para beneficio de todas las partes interesadas y responsables de las tomas de decisiones.

s. Por su misma naturaleza, los proyectos de demostración pueden encontrar, durante su ejecución, elementos imprevistos, como ensayos iniciales que no pueden cumplir con los requisitos de desempeño. La financiación condicional, como planes de contingencia bajo condiciones específicas bien definidas, para tiempo y recursos adicional, cuando sea pertinente, podría ayudar a terminar las pruebas que de lo contrario quedan inacabadas. Ésta no es la práctica de financiamiento actual, pero podría considerarse como un medio de fortalecer la utilidad de los proyectos de demostración. Al permitir una cierta flexibilidad controlada a través de una partida presupuestaria más grande para imprevistos o al acordar un compromiso con las empresas para cubrir la optimización, o una combinación de opciones, el Comité Ejecutivo podría contar con instrumentos adicionales para aumentar potencialmente la probabilidad de los resultados que emanen de su ayuda a los proyectos de demostración.

t. Dado la falta de conocimientos técnicos en el país/la región, debido al uso limitado de alternativas, los proyectos deberían comprometerse ampliamente con expertos técnicos e institutos técnicos competentes para proporcionar el soporte técnico necesario.

u. Los futuros proyectos de demostración que apoyarían los Planes de aplicación de Kigali para los HFC asimismo podrían incluir en sus diseños elementos específicos que apoyen a las dependencias nacionales del ozono y a otras agencias estatales pertinentes en la adquisición y desarrollo de una comprensión técnica para las diversas alternativas. Igualmente, estos proyectos podrían incluir cuestiones interrelacionadas que impliquen eficiencia energética y normas de seguridad, lo cual podría figurar en la comunicación y la divulgación de conocimientos mediante programas de concienciación entre las partes interesadas clave. Estos elementos contextuales, que están más allá del simple ensayo tecnológico, prepararían el camino para una mayor implicación de las partes interesadas pertinentes en la formulación de normas y medidas reglamentarias, o promoverían la adopción de alternativas por parte del mercado, aumentando de este modo la sostenibilidad de los resultados de los proyectos después de su terminación.

v. El diseño de los proyectos de demostración no incluyó las asociaciones industriales como partes interesadas, sino más bien compañías individuales. Las asociaciones industriales se deberían incluir en el diseño de los futuros proyectos de demostración, pues su activa implicación contribuiría a la adopción y a la sostenibilidad de las tecnologías demostradas. Asimismo, esas asociaciones participarían en las actividades de comunicación y de divulgación para promover la capacidad de replicación y una adopción más amplia de esas tecnologías.

w. Las herramientas de presentación de informes disponibles para aprender las lecciones de la ejecución de los proyectos, especialmente los informes sobre la marcha de las actividades e informes de terminación de proyecto, no se utilizaron al máximo. Esas plantillas de informes deben captar todos los atributos requeridos del proyecto, inclusive el logro de los objetivos, los retrasos y las lecciones aprendidas, para poder pasar los conocimientos provenientes de estos proyectos a los futuros proyectos de demostración. Los organismos de ejecución y las dependencias nacionales del ozono deberían asegurar que la información dada a conocer sea completa y pertinente. La precisión de la información es esencial para asegurar la medida del impacto e informar a los responsables de tomar decisiones cuando en el futuro seleccionen las tecnologías alternativas. El Oficial superior de supervisión y evaluación podría contribuir para actualizar las plantillas de informe de terminación de proyectos, evaluando si se debieran agregar cuestiones específicas en el proceso de información para beneficiarse más con los conocimientos emanados de los proyectos de demostración.

x. En algunos proyectos de demostración, se incluyeron talleres para la divulgación de los resultados. No obstante, el diseño del proyecto no incluyó una evaluación del nivel inicial de comprensión técnica de los empleados de las compañías. Para medir la eficacia de los programas de capacitación, el diseño del proyecto debería incluir indicadores en el marco de resultados del proyecto, a fin de definir la base de la comprensión técnica por parte del público destinatario (referencia) para medir las mejoras después de la ejecución. Esto proporcionaría información sobre el alcance de creación de capacidad en el país y los sectores específicos cubiertos por el proyecto, principalmente en el sector de servicios.

y. Para los futuros proyectos de demostración, el plan de comunicación y divulgación debería incluir un protocolo de comunicación habitual donde los resultados provisionales que emanan de los proyectos de demostración se comparten con las partes interesadas pertinentes, durante la etapa de ejecución, sin esperar a compartir la información sólo cuando el proyecto haya concluido. Esto facilitaría ajustes renovables que podrían mejorar la ejecución y aumentar la probabilidad de una demostración exitosa.

z. Los proyectos de demostración no siguieron activamente el impacto en el género o ningún otro problema interrelacionado como parte del marco de resultados de proyectos. La integración de la perspectiva de género ahora se incluye en las políticas del Fondo y como tal esta dimensión debería supervisarse en el diseño del proyecto, e incluirse en la ejecución del proyecto, medirse a través de los indicadores SMART (por su sigla en inglés: específicos, medibles, viables, pertinentes y con plazos) bien definidos, conformes con la orientación del Fondo para informar sobre la integración de la perspectiva de género.



## ESTUDIO DOCUMENTAL PARA LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE DEMOSTRACIÓN PARA ALTERNATIVAS DE LOS HCFC CON BAJO POTENCIAL DE CALENTAMIENTO ATMOSFÉRICO

### I. Introducción

1. La 19ª reunión de las Partes en el Protocolo de Montreal decidió acelerar la eliminación de los HCFC debido al aumento de su consumo mundial y los importantes beneficios climáticos generados con su eliminación.
2. En su 55ª reunión, el Comité Ejecutivo invitó a los organismos de ejecución y bilaterales que preparasen y presentasen a la Secretaría propuestas de proyectos de demostración para los diversos usos de los HCFC (decisión 55/43). Estos proyectos de demostración se diseñaron para facilitar la recopilación de datos precisos sobre los gastos adicionales de capital y gastos adicionales de explotación o los ahorros, así como otros datos pertinentes a la aplicación de las tecnologías.
3. En su 72ª reunión, el Comité Ejecutivo estudió el documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/72/40, "Panorama de los proyectos de demostración de los HCFC aprobados y opciones para que los proyectos adicionales demuestren tecnologías alternativas de los HCFC favorables al clima y ecoenergéticas (decisión 71/51 a)." Para facilitar una transición sin inconvenientes a las alternativas de las SAO con opciones de tecnologías con bajo potencial de calentamiento atmosférico, el Comité Ejecutivo, en su decisión 72/40, acordó estudiar las propuestas para proyectos de demostración para otras alternativas con bajo potencial de calentamiento atmosférico e invitó a los organismos de ejecución y bilaterales que presentasen propuestas de proyectos de demostración para conversión de los HCFC a tecnologías con bajo potencial de calentamiento atmosférico.<sup>1</sup>

### Objetivos del estudio documental

4. En su 86ª reunión,<sup>2</sup> el Comité Ejecutivo aprobó el mandato para el estudio documental de la 'Evaluación de los proyectos de demostración para las alternativas de los HCFC con bajo potencial de calentamiento atmosférico.' Este estudio se centra en las cuestiones relacionadas con el diseño y la ejecución de los proyectos, así como con sus resultados, su influencia/impacto en una adopción más amplia de las tecnologías demostradas en los sectores pertinentes, y su sostenibilidad y capacidad de replicación. El estudio evalúa si el diseño del proyecto y las tecnologías adoptadas en los proyectos podrían aplicarse a otros proyectos con usos similares, en actividades asociadas a la reducción de los HFC.
5. Los resultados del estudio documental también se utilizaron para actualizar los Anexos II y III del documento "Panorama de los proyectos de demostración de los HCFC aprobados y opciones para que los proyectos adicionales demuestren tecnologías alternativas de los HCFC favorables al clima y ecoenergéticas (decisión 71/51 a)."<sup>3</sup> La información actualizada puede encontrarse en los Anexos II y III del presente informe.

### Alcance y metodología

---

<sup>1</sup> En la lista de los 32 proyectos de demostración aprobados sólo se incluyen dos organismos bilaterales. Se solicitó a los organismos de ejecución que ejecutaron en nombre de los organismos bilaterales que se conectaran con los mismos, donde procediese, para el examen del proyecto de informe a fin de hacer observaciones.

<sup>2</sup> UNEP/OzL.Pro/ExCom/86/12/Rev.1.

<sup>3</sup> UNEP/OzL.Pro/ExCom/72/40.

6. El estudio documental se realizó entre febrero y mayo de 2022, inclusive el proceso de garantía de calidad para que las partes interesadas revisasen el proyecto definitivo. Se formuló a través de un examen profundo de la documentación existente. El Oficial superior de supervisión y evaluación y la Secretaría compartieron la documentación relacionada con el proyecto con el consultor experto independiente. El consultor hizo circular un breve cuestionario entre los organismos de ejecución,<sup>4</sup> seguido por entrevistas telefónicas con algunos de ellos, para complementar los resultados preliminares del examen documental. El Oficial superior de supervisión y evaluación orientó y supervisó al consultor e interactuó con los organismos de ejecución y los funcionarios de la Secretaría para verificar la información de los hechos.

7. La mayor parte de los proyectos revisados en este estudio documental concluyeron antes de 2018 (algunos ya en 2010).<sup>5</sup> Desde entonces, pueden haber ocurrido muchos adelantos tecnológicos y relacionados con el mercado, dando por resultado que la información disponible para el estudio documental no refleje completamente la situación actual con respecto a la adopción de tecnologías. El consultor se basó en consultas con los organismos de ejecución y el estudio de otros documentos recientes del Fondo Multilateral que proporcionaron una comprensión sectorial de las tecnologías adoptadas (la lista de documentos examinados figura en el Anexo V).

8. Una preocupación identificada a lo largo de este análisis es que numerosos informes de terminación de proyecto estaban incompletos para los proyectos de demostración. Si bien los informes finales de proyecto incluyen normalmente los aspectos técnicos y financieros, otros elementos relacionados con el diseño y la ejecución del proyecto (logro de objetivos en los niveles de actividad e impacto, causas y medidas de mitigación tomadas para los retrasos, detalles sobre las modalidades de la cofinanciación, etc.) que se incluyen normalmente en los informes de terminación de proyecto no están disponibles. Esto dificulta la evaluación de varias áreas de diseño y ejecución del proyecto.

9. El estudio documental cubre las preguntas específicas enumeradas en el mandato para los aspectos críticos, a saber: objetivos y diseño del proyecto; selección, adopción de tecnología y ejecución del proyecto de conversión; políticas y reglamentaciones; acuerdos institucionales y gestión; supervisión y evaluación/verificación; asistencia técnica y capacitación; aspectos financieros; comunicación y divulgación; y sostenibilidad y capacidad de replicación. Los resultados de la evaluación se presentan debajo, de conformidad con las áreas importantes antedichas.<sup>6</sup>

10. El Oficial superior de supervisión y evaluación compartió con los organismos de ejecución el proyecto de estudio avanzado para obtener observaciones y les solicitó comunicarse, cuando procediese, con los organismos bilaterales en nombre de quienes los organismos de ejecución han ejecutado los proyectos de demostración, en caso de que estos tuvieran alguna observación para tomar en cuenta. El Oficial superior de supervisión y evaluación consolidó el proyecto definitivo del estudio en estrecha interacción con el consultor y la Secretaría, garantizando la calidad mediante un proceso interno de examen por pares.

## **II. Resultados de la evaluación del estudio documental**

11. Tras la adopción de las decisiones 55/43 y 72/40, se aprobaron 32 proyectos de demostración en los siguientes sectores de consumo de los HCFC: espumas de poliuretano (tecnología de base: HCFC-141b); espumas de poliestireno extruido (tecnología de base: HCFC-22/HCFC-142b); aire acondicionado (tecnología de base: HCFC-22); refrigeración industrial y comercial (tecnología de base: HCFC-22); solventes (tecnología de base: HCFC-141b); y servicio de equipos de refrigeración y climatización (tecnología de base: HCFC-22).

---

<sup>4</sup> PNUD, PNUMA, ONUDI y el Banco Mundial; todos ellos respondieron al cuestionario.

<sup>5</sup> Véase la lista de los proyectos aprobados en el Anexo I.

<sup>6</sup> El Anexo IV contiene la matriz de evaluación en la que se han agrupado las preguntas de evaluación para abordar las diversas cuestiones cubiertas por el mandato.

12. De los 32 proyectos aprobados (potencial de reducción de 93,13 toneladas PAO), 30 se terminaron. Los informes finales de estos proyectos se presentaron al Comité Ejecutivo. El proyecto de demostración para 'la introducción de tecnología de refrigeración con CO<sub>2</sub> transcrito para supermercados,' conceptualizada inicialmente pensado para incluir Argentina y Túnez, se terminó parcialmente, debido a la cancelación del subcomponente para Túnez.<sup>7</sup> Un proyecto aprobado inicialmente para Kuwait se canceló y uno para el Reino de Arabia Saudita, todavía está en curso, pero su terminación oficial se prevé en 2022.

13. Estos proyectos representan una variedad de opciones tecnológicas que se han comprobado en diversos sectores de consumo de los HCFC. El Cuadro 1 da un panorama de los proyectos de demostración aprobados, con las tecnologías demostradas y la cobertura regional.

**Cuadro 1: Panorama de proyectos de demostración aprobados, por sector**

	Espumas de poliuretano espuma	Espumas de poliestireno extruido	Aire acondicionado	Refrigeración industrial y comercial	Solventes	Servicio de equipos de refrigeración y climatización	Total
Número de proyectos	13	2	8	6	1	2	32
Total de gastos (\$EUA) <sup>8</sup>	6 214 084	2 873 051	12 392 580	9 367 232	371 989	936 600	32 155 536
Reducción de PAO prevista (toneladas PAO)	23,28	12,3	20,19	34,30	3,06	-	93,13
Tecnologías demostradas	Formiato de metilo Metilal HC premezclados CO <sub>2</sub> supercrítico HFO-1233zd (E) y HFO-1336mzz (Z) con CO <sub>2</sub>	HFO-1234ze/DME CO <sub>2</sub> /Formiato de metilo	HFC-32 y R-290 HFO	NH <sub>3</sub> / CO <sub>2</sub> R-290 R-448A	Isoparafina y siloxano (KC-6)	R-290 HFC-32	
<b>Distribución regional</b>							
África	Egipto (2), Marruecos, Sudáfrica					Mundial	5
Asia y el Pacífico	China (2), Arabia Saudita, Tailandia	China	China (3), Arabia Saudita (2), Kuwait, regional (2)	China (2), Maldivas	China		17
Europa y		Turquía				Regional	2

<sup>7</sup> Cómo se informa en UNEP/OzL.Pro/ExCom/82/20 párrafo 157, a pesar de los mejores esfuerzos realizados por la Dependencia Nacional del Ozono y la ONUDI, el beneficiario identificado decidió no continuar con el proyecto debido a la participación requerida en los gastos.

<sup>8</sup> Incluye los valores de cofinanciación proporcionados en los informes de terminación de proyecto.

	Espumas de poliuretano espuma	Espumas de poliestireno extruido	Aire acondicionado	Refrigeración industrial y comercial	Solventes	Servicio de equipos de refrigeración y climatización	Total
Asia Central							
América Latina y el Caribe	Brasil (2), Colombia (2), México		Colombia	Costa Rica, Argentina			8

**Fuente:** Elaboración propia, basada en el examen de documentos

### Objetivos y diseño de los proyectos de demostración

14. Los países identificaron proyectos de demostración con el apoyo de los organismos de ejecución y de expertos técnicos para demostrar el uso de opciones tecnológicas alternativas de los HCFC. En casos en que el proyecto exigiera la conversión de una línea de fabricación o un equipo de uso final, las organizaciones beneficiarias participaron activamente, como fábricas, proveedores de sistemas, institutos técnicos y usuarios finales.

15. Las asociaciones industriales desempeñaron una función limitada en la fase de diseño de proyectos de demostración, dado que en numerosos países, a la hora de diseñar el proyecto, no existían asociaciones oficiales de la industria. Asimismo, numerosos proyectos se planearon directamente con compañías específicas del sector. Por lo tanto, en la documentación relacionada con el proyecto casi no se menciona la función desempeñada por las asociaciones industriales.

16. Estos proyectos fueron identificados durante la fase inicial de la eliminación de los HCFC (el primer grupo de proyectos antes de la etapa I del plan de gestión de eliminación de los HCFC y otros antes de la etapa II del plan de gestión de eliminación de los HCFC). Los proyectos de demostración se concibieron para informar a los sectores, países y regiones sobre las opciones de alternativas de los HCFC que se podrían adoptar para lograr los objetivos de eliminación de los HCFC, en un momento en que esas tecnologías alternativas tenían una disponibilidad y uso limitados en los países en vías de desarrollo.

17. El estudio documental identificó varios factores que obstaculizarían la adopción generalizada de las tecnologías demostradas, por ejemplo: comprensión confusa de su viabilidad tecnológica o comercial; dificultad de acceso a la tecnología, gastos relacionados con su adopción (es decir, posibles licencias, regalías, tasas de transferencia de tecnología o gastos de explotación), falta de conocimientos técnicos y cuestiones de seguridad ligadas al manejo de algunas de las alternativas inflamables.<sup>9</sup>

18. Los proyectos de demostración fueron decisivos para determinar la viabilidad técnica de las alternativas de los HCFC con bajo potencial de calentamiento atmosférico en países del Artículo 5 y estimar gastos adicionales de capital y explotación. Por lo tanto, puede afirmarse que los proyectos lograron los fines previstos de conformidad con los objetivos de la decisión del Comité Ejecutivo al financiar estos proyectos de demostración (decisiones 55/43 y 71/51 a)).

19. Estos proyectos generaron el conocimiento técnico y la confianza para trabajar con las alternativas demostradas. La información sobre viabilidad tecnológica y la evaluación de los gastos también ayudó a los gobiernos, las dependencias nacionales del ozono, los organismos de ejecución y los sectores a decidir la etapa siguiente de planificación de la eliminación de los HCFC. En países/regiones

<sup>9</sup> Este estudio teórico no cubre la situación actual con respecto a la existencia continua de estas barreras, dado que el seguimiento no se incluyó en el concepto de proyectos de demostración y, por lo tanto, no se informó en la documentación relacionada con el proyecto.

donde se llevaron a cabo demostraciones exitosas y donde las tecnologías estaban disponibles comercialmente (metilal, MF, KC-6, y HFC-32), esas alternativas se adoptaron ampliamente como parte de los planes de gestión de eliminación de los HCFC.

20. En líneas generales se financiaron dos tipos de proyectos de demostración; uno relativo a los cambios en línea de producción o equipos existentes para utilizar las nuevas sustancias de manera permanente (Cuadro 2). El otro fueron los proyectos de asistencia técnica que incluyeron: pruebas de la tecnología mediante la creación de prototipos (por ej., acondicionadores de aire basados en HFC-32 o R-290), o la realización de ensayos (por ej., formulaciones que usan agentes espumantes con bajo potencial de calentamiento atmosférico en el sector de espumas) para evaluar la viabilidad de la tecnología como alternativa de los HCFC; o proyectos del sector de servicios. En la segunda categoría de proyectos, no se produjo ningún rediseño ni instalación de líneas de fabricación.

**Cuadro 2: Cambios clave realizados en el rediseño e instalación de equipos de líneas de fabricación**

Sector	Cambios clave
Espumas de poliuretano	Acondicionamiento del distribuidor de espuma, almacenamiento y transporte de agentes espumantes, acondicionamiento de las máquinas de pulverización y equipos de seguridad.
Espuma de poliestireno extruido	La línea original de extrusión de espumas se reacondicionó para utilizar los sistemas cosoplado con CO <sub>2</sub> y MF, y se actualizaron los sistemas de ventilación y de seguridad contra incendios de la planta de producción.
Aire acondicionado	Para los refrigerantes R-290 y HFC-32, el proceso de fabricación requirió modificaciones en la línea de montaje y la instalación de equipos de seguridad, como válvulas de seguridad, sistemas de escape, herramientas de detección de fugas, sistemas de alarma, etc. El diseño del producto final requirió cambios en la configuración de los componentes del producto, como el intercambiador de calor y el compresor. Los compresores requirieron cambios de diseño para minimizar la presión de vapor. Para los ensayos fueron necesarias otras herramientas.
Refrigeración industrial y comercial	Para los sistemas con NH <sub>3</sub> /CO <sub>2</sub> , el proceso de fabricación requirió modificaciones en la línea de montaje e instalación de equipos de seguridad. El producto necesitó cambios en la configuración de los componentes del producto, como el compresor, recipientes de alta presión para operar con CO <sub>2</sub> y nuevos sistemas de enfriamiento para la tecnología de cascada. Para los ensayos fueron necesarias otras herramientas.  Para los sistemas con R-290 y HFC-32, rediseño de la línea de montaje e instalación de equipos de seguridad, modificaciones en la estructura metálica de aparatos de condensación.  El uso de R448A en el sector pesquero fue una alternativa de uso inmediato y, por lo tanto, no fue necesario ningún reacondicionamiento.
Solventes	Rediseño e instalación de equipos de la línea de producción, inclusive el ajuste de líneas limpieza con herramientas de silicatación y cambios de proceso en la línea de montaje de aguja. Modificaciones de taller, como la instalación de equipos de seguridad y ajustes al proceso de producción para combatir la inflamabilidad de KC-6.
Servicio de equipos de refrigeración y climatización	Suministro de equipos de servicio y mantenimiento, instrumentos de detección de fugas, instrumentos de pruebas y prototipos de equipos basados en diversos refrigerantes para fines de ensayos.

**Fuente:** Elaboración propia basada en el examen de los documentos

21. En general, los proyectos incluyeron las siguientes actividades: fase preparatoria, rediseño y desarrollo del producto, pruebas y análisis, instalación, asistencia técnica y divulgación de conocimientos. El propósito de estos proyectos era evaluar la viabilidad técnica junto con los gastos adicionales de capital y los gastos adicionales de explotación. Al respecto, el estudio documental confirma que las actividades del proyecto cubrieron adecuadamente los objetivos clave de los proyectos de demostración.

22. En comparación con el promedio de terminación de 19 meses planeado, casi todos los proyectos tuvieron retrasos y tardaron casi 37 meses (promedio) en terminar (Cuadro 3). Sólo 14 proyectos proporcionaron una cierta información sobre las razones de los retrasos en los informes de terminación de proyecto. Incluso en estos casos, la información fue demasiado vaga para fortalecer un análisis significativo sobre las razones recurrentes o sistémicas de los retrasos. Además, los documentos de información relacionados con los proyectos no informaron sobre la absorción del mercado ni sobre el uso continuo de tecnologías demostradas en las líneas convertidas, después de la terminación del proyecto.

**Cuadro 3. Duración y retrasos de la terminación de proyectos, por sector**

Sector	Tiempo previsto para la terminación en meses (promedio)	Tiempo real de la terminación en meses (promedio)	Retraso de la terminación de proyecto en meses (promedio)
Espumas	15,0	36,5	21,5
Aire acondicionado	22,5	41,5	19,0
Refrigeración industrial y comercial	20,8	33,2	12,4
Solventes	18,0	36,0	18,0
Servicio de equipos de refrigeración y climatización	30,0	40,5	10,5

**Fuente:** Elaboración propia basada en el examen de los documentos

23. Las razones para la mayor duración de lo previsto citada en la documentación de los proyectos incluyen retrasos administrativos (por ej., el período de tiempo entre la aprobación del proyecto y la asignación de la financiación para su ejecución, los retrasos en la firma de acuerdos con los beneficiarios y los abastecedores de la tecnología), cuestiones relativas a las adquisiciones y las cuestiones técnicas. Algunos proyectos también informaron retrasos por otras razones, como un período de incertidumbre política en algunos países, cambios en la dependencia nacional del ozono con vacantes resultantes y fuerza mayor, inclusive huracanes. El examen de los documentos y las entrevistas con los organismos de ejecución sugieren que desde la aprobación hasta el poner en marcha realmente el proyecto es posible que pasen de tres a seis meses, debido a la variedad de las razones antedichas.

24. Las cuestiones relacionadas con las adquisiciones incluyen retrasos en el despacho de aduana de componentes y sustancias importados, plazos de entrega más largos de los planeados, retrasos para encontrar contratistas adecuados y retrasos en confirmar las especificaciones de los equipos. Estas razones administrativas y relativas a las adquisiciones de retrasos parecen indicar que hay un margen de mejora en el diseño y la ejecución de proyectos para reducir estos retrasos, anticipando el tiempo necesario para establecer las condiciones para comenzar y para ejecutar eficazmente el proyecto.

25. Los organismos de ejecución informaron que proporcionaron actualizaciones periódicas a los países y a veces compartieron los resultados provisionales con la Secretaría del Fondo Multilateral y el Comité Ejecutivo para estos proyectos. De este modo, a pesar de los retrasos, las lecciones aprendidas importantes se pusieron a disposición de los responsables de la toma de decisiones, mientras se diseñaban los planes de eliminación de los HCFC.

26. Como parte de las lecciones aprendidas de estos proyectos de demostración, diez proyectos se refirieron explícitamente a la eficiencia energética como parámetro pertinente para la selección de la tecnología demostrada.<sup>10</sup> Otros proyectos proporcionaron sólo información limitada sobre el modo en que, durante el diseño del proyecto y las etapas de ejecución, se consideró la eficiencia energética o la conformidad con las normas locales o internacionales existentes de eficiencia energética.

27. Varias de las opciones tecnológicas (es decir, R-290, HFC-32 y metilal) son inflamables o tienen cuestiones de seguridad, y su uso requiere conformidad con las normas de seguridad pertinentes. El diseño del proyecto incluyó una evaluación de las normas locales o internacionales aplicables. Las prácticas de seguridad clave al usar tales opciones tecnológicas se evaluaron durante la fase de ejecución de proyecto y las lecciones aprendidas se incluyeron en informes finales del proyecto.

28. Los proyectos se diseñaron antes de que el Fondo Multilateral adoptase una política de género. Por lo tanto, la inclusión de la dimensión de género no era obligatoria en el diseño del proyecto. En consecuencia, las cuestiones de género no se consideraron oficialmente en los proyectos de demostración y por ende no se documenta ningún impacto.

29. Retrospectivamente, también es posible incluir los elementos siguientes en los proyectos de demostración:

- a) *Viabilidad técnica y sostenibilidad:* Durante la etapa de ejecución los proyectos pudieron demostrar viabilidad técnica y recoger la información financiera necesaria (gastos adicionales de capital y gastos adicionales de explotación). No obstante, también fue necesario supervisar el seguimiento de los proyectos en un período de 12 a 18 meses luego de terminado el proyecto para evaluar de qué manera el producto final funcionaba en condiciones reales, cómo se desarrollaron las cuestiones de la aceptación del mercado y qué sucedía respecto a la disponibilidad comercial de las tecnologías. En la fase de diseño de los proyectos de demostración se debería prestar atención a la sostenibilidad de logros que es una dimensión esencial para incluir como factor en la verificación del impacto pasado la fecha de terminación;
- b) *Evaluación de la capacidad de aceptación del mercado:* Numerosas tecnologías comprobadas son inflamables (como el R-290), aunque los sistemas basados en estas opciones son técnicamente viables. Tales tecnologías todavía no se venden en gran medida debido a cuestiones de la capacidad de aceptación por parte de los beneficiarios. Por lo tanto, los proyectos de demostración podrían evaluar también la cuestión de la capacidad de aceptación del mercado;
- c) *Cuestiones de seguridad y adopción de normas internacionales:* Respecto a la seguridad y a los requisitos ambientales necesarios para manejar alternativas inflamables, la adopción de estas tecnologías alternativas puede requerir la actualización de marcos nacionales, posiblemente en conformidad con las normas internacionales existentes. Los proyectos de demostración podrían proporcionar la información detallada sobre tales cuestiones tomando en cuenta el contexto de cada país y región; y
- d) *Disponibilidad comercial y asequibilidad de tecnologías:* se probaron los HFO en diversos sectores, inclusive el de espumas y aire acondicionado. No obstante, su absorción fue limitada debido a la falta de disponibilidad comercial en niveles aceptables de gastos. Una evaluación de la disponibilidad comercial en el país, así como las barreras

---

<sup>10</sup> Estos fueron cuatro proyectos del sector de aire acondicionado en China, proyecto del sector de refrigeración industrial y comercial en Costa Rica, proyecto del sector pesquero en Maldivas y dos proyectos del sector de aire acondicionado en Arabia Saudita, PRAHA I y II.

de entrada de acceso al mercado, es crucial para evaluar la probabilidad de que una tecnología se adopte después de su demostración.

### Opción, adopción y aplicación de la tecnología de proyectos de conversión

30. Las opciones tecnológicas en su mayoría se decidieron previamente, sobre todo en las propuestas de proyecto basadas en evaluaciones preliminares. Las comparaciones con otras posibles opciones se incluyeron en las propuestas de proyecto presentadas para consideración y aprobación del Comité Ejecutivo. Estas opciones se seleccionaron en base de las características técnicas, los gastos de capital y de explotación, los beneficios ambientales (reducción de PAO y de gases con efecto de invernadero), la facilidad de operación y las consideraciones de disponibilidad. Los criterios técnicos clave para la selección de la tecnología durante la etapa de diseño variaron según el subsector (véase el Cuadro 4).

#### Cuadro 4. Criterios técnicos para la selección de la tecnología durante la etapa de diseño del proyecto

Subsector	Características técnicas
Espumas no aislantes	Friabilidad, adherencia a la superficie, densidad, aspecto, cuestiones de inflamabilidad, estabilidad dimensional
Espumas aislantes	Conductividad térmica, resistencia a la compresión, estabilidad dimensional y friabilidad
Aire acondicionado residencial	Propiedades termo físicas del refrigerante, coeficiente de desempeño, eficiencia energética, conformidad con las normas de seguridad para abordar las cuestiones de la inflamabilidad
Refrigeración industrial y comercial	Desempeño del enfriamiento, presión de funcionamiento del refrigerante, toxicidad asociada al NH <sub>3</sub>
Solventes	Punto de ebullición, volatilidad, estabilidad química y desempeño de solvación

**Fuente:** Elaboración propia basada en el examen de los documentos.

31. Dado que la meta de esos proyectos era demostrar tecnologías que no se utilizaban en general en el mercado, es posible afirmar que la evaluación de las normas locales e internacionales para la salud, seguridad y medio ambiente, los requisitos y condiciones de servicio postventas, la eficiencia energética, y la capacidad de aceptación del mercado, eran cuestiones secundarias que se exploraron durante la ejecución, pero no se desarrollaron durante la fase de diseño del proyecto.

32. Se suministraron estimaciones generales con respecto a las inversiones de capital. No obstante, en las propuestas del proyecto no se estimó la relación de costo a eficacia, sino más bien en los informes finales. Los gastos adicionales de capital y los gastos adicionales de explotación para las tecnologías alternativas se estimaron usando la información del gasto real obtenido durante la ejecución del proyecto. Por lo general la información de los gastos se proporciona en los informes de terminación y final del proyecto. Los gastos adicionales de explotación se estimaron basados en la diferencia entre los gastos de explotación o los ahorros para los HCFC y las tecnologías alternativas.<sup>11</sup>

33. Un examen de la documentación del proyecto muestra que las principales dificultades relacionadas con la tecnología que afectaron los proyectos fueron: retrasos en la obtención de herramientas, equipos o materiales; cuestiones de desempeño vistas en los ensayos iniciales (por ej., en el sector de espumas, las formulaciones iniciales no obtuvieron los valores de aislamiento requeridos o las

<sup>11</sup> Por lo general, los ahorros energéticos no se consideran en el cálculo de los gastos adicionales de explotación, ya que se considera que estas ganancias benefician a los usuarios finales. Los clientes pueden preferir un producto más ecoenergético, incluso si el precio es más alto, pero eso no reducirá el costo del equipo. Asimismo, se consideró difícil cuantificar el beneficio del aumento de la eficiencia energética en el cálculo de los gastos adicionales de explotación.



densidades requirieron otros ensayos), lo cual requirió entonces pruebas adicionales para la optimización; falta de investigación y desarrollo apropiados o de laboratorios de ensayos (por ej., el metilal como agente espumante en la fabricación de espumas de poliuretano en Brasil); preocupaciones por el tamaño de la carga del refrigerante y las características de seguridad conexas relacionadas con la inflamabilidad de los refrigerantes; y falta de comprensión técnica local para manejar las nuevas sustancias.

34. Estas dificultades se vieron atenuadas mediante otros ensayos/pruebas, trayendo expertos para brindar los conocimientos técnicos necesarios, y arreglando instalaciones de prueba alternativas en caso en que las instalaciones de investigación y desarrollo necesarias no estuviesen disponibles en el beneficiario. Para los futuros proyectos de demostración, una evaluación preliminar más detallada para identificar estas cuestiones ayudaría a mejorar la ejecución. Dado que los proyectos de demostración pueden conllevar sorpresas respecto a no cumplir los requisitos de desempeño en los ensayos iniciales, se podría contemplar el presupuestar imprevistos para tiempo y recursos adicionales y planificar detalladamente otras pruebas bajo condiciones específicas, a fin de permitir obtener resultados concluyentes.

35. Los organismos de ejecución desempeñaron una función esencial apoyando las organizaciones para que realicen evaluaciones tecnológicas, inclusive mediante el soporte técnico y la validación externos. Los abastecedores de la tecnología también desempeñaron una parte activa en las validaciones de la tecnología verificadas por expertos externos. Las organizaciones evaluaron cuestiones de desempeño y seguridad y aspectos de fabricación usando sus propios expertos y con ayuda de expertos técnicos externos. Los expertos externos también confirmaron los parámetros de desempeño. Numerosas compañías donde se llevó a cabo la conversión tecnológica tenían años de experiencia en fabricación o el uso de equipos implicados en la conversión. Generalmente para la conversión las compañías utilizaron la pericia interna junto con los expertos técnicos externos. En algunos casos, también contrataron a expertos especializados en seguridad.

36. Aparte de las dificultades de la tecnología, también se identificaron la capacidad de aceptación del mercado y la viabilidad financiera como barreras principales para la adopción de ciertas tecnologías en gran escala. No obstante, estaba fuera del alcance de estos proyectos trabajar en esas dificultades no técnicas, dado sus objetivos técnicos específicos y limitados recursos. Los planes de gestión de eliminación de los HCFC se adaptan mejor para atenuar estas dificultades de adoptar más ampliamente tecnologías alternativas a fin de lograr los objetivos de eliminación de los HCFC junto con los beneficios del clima.

37. El Cuadro 5 enumera las dificultades y los éxitos fundamentales de las tecnologías alternativas por sector. Estos resultados se basan en el análisis de la documentación de proyectos clave, como los informes de terminación e informes finales de proyectos.<sup>12</sup> El Cuadro 5 presenta los casos exitosos que resultaron de proyectos de demostración, según la información recogida durante el estudio documental. Otra información pertinente puede encontrarse en el documento elaborado por la Secretaría para esta reunión (documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/89/10), que el consultor también usó para enriquecer el análisis del Cuadro 5. Los datos más recientes no indican necesariamente si las tecnologías alternativas se adoptaron como resultado de los proyectos de demostración, pero indican los casos en los cuales algunas de estas tecnologías se adoptaron ampliamente.

#### **Cuadro 5. Dificultades y éxitos tecnológicos en proyectos de demostración**

<b>Sector</b>	<b>Tecnología alternativa</b>	<b>Resultados clave, con dificultades y éxitos</b>
---------------	-------------------------------	--

<sup>12</sup> Los informes finales son documentos internos del fondo Multilateral que informan sobre la evaluación técnica y la viabilidad de las tecnologías demostradas, que se presentan al Comité Ejecutivo, una vez terminados los proyectos de demostración.

Sector	Tecnología alternativa	Resultados clave, con dificultades y éxitos
<b>Sector de espumas</b>		
Poliuretano: espumas flexibles y de revestimiento integral, aislantes rígidas	Formiato de metilo, formiato de metilo/CO <sub>2</sub>	<p>Cuestiones de seguridad: se requieren equipos de seguridad en los proveedores de sistemas que manejan el MF puro; sin embargo, el riesgo se atenúa en el nivel del usuario al usar sistemas totalmente formulados con MF dentro de los límites de contenido.</p> <p>Cuestiones de desempeño: exhibe buen desempeño para espumas de alta densidad; sin embargo, se necesita optimizar más para los usos que exigen densidades más bajas de 35 kg/m<sup>3</sup>.</p> <p>Numerosas espumas de poliuretano adoptaron el MF o MF/CO<sub>2</sub> como agentes espumantes en Brasil, México, Camerún, Nigeria, República Dominicana, Jamaica, Egipto, Trinidad and Tobago, India y Sudáfrica, como parte del plan de gestión de eliminación de los HCFC.</p>
Poliuretano: espumas no aislantes y aislantes	Metilal	<p>Cuestiones de seguridad: la inflamabilidad es un riesgo inherente de seguridad que se podría atenuar drásticamente en el nivel del usuario mediante sistemas premezclados.</p> <p>Cuestiones de desempeño: los resultados indicaron que el metilal se adecuaba mejor para la espuma no aislante que para la aislante. Las espumas de aislamiento térmico con metilal igualan a las espumas con HCFC-141b dentro de una gama de variación determinada de inestabilidad y densidad, pero conllevan un recargo en el valor del aislamiento de hasta el 10 por ciento.</p> <p>El metilal fue adoptado por compañías de México, Brasil e India.</p>
Poliuretano: espumas rígidas, termotanques	Ciclopentano, n-pentano	<p>Cuestiones de seguridad: se necesitan equipos de seguridad y vasta formación en seguridad para manejar hidrocarburos (HC).</p> <p>Cuestiones de desempeño: los sistemas premezclados de ciclopentano son suficientemente estables y pueden utilizarse comercialmente. Los sistemas premezclados de pentano normal (n-pentano) son inestables y no se recomiendan para uso comercial, excepto cuando se utilizan mediante un sistema de inyectado directo. En general, los sistemas de ciclopentano cumplen la mayor parte de los requisitos de desempeño.</p> <p>Los sistemas premezclados de ciclopentano se adoptaron en China, Ecuador, Malasia, ciclopentano y n-pentano en Túnez. En la región de Asia Oriental y Pacífico, las deliberaciones del Banco Mundial con la industria también dieron lugar al uso de sistemas premezclados de HC exportados.</p>
Poliuretano: Espumas pulverizadas y paneles discontinuos	HFO	<p>Cuestiones de desempeño: las formulaciones con HFO cumplieron con los requisitos de desempeño durante los ensayos. No obstante, se requieren otros ensayos para reducir HFO-1233zd (E) en fórmulas para espumas de poliuretano para resolver la cuestión de asequibilidad/viabilidad comercial. Para los paneles discontinuos y otros usos de</p>

Sector	Tecnología alternativa	Resultados clave, con dificultades y éxitos
		<p>espumas rígidas, los moldes se deberían equipar con controles de temperatura para asegurar el buen desempeño.</p> <p>Hay varios países, como Argentina, Bahrein, Chile, Colombia, Ecuador, Indonesia, Jordania, Malasia, Panamá, Tailandia, Uruguay y Viet Nam, donde los proyectos de conversión con HFO se mencionan en el documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/89/10.</p> <p>Sin embargo, según los aportes recibidos de los organismos de ejecución para este estudio documental, el uso de HFO todavía está limitado debido al alto costo de los HFO y cuestiones de disponibilidad comercial.</p>
Poliuretano: espumas para pulverización	CO <sub>2</sub> supercrítico	<p>El proyecto de demostración mostró que, desde un punto de vista técnico, esta tecnología se podría aplicar con éxito en países del Artículo 5.</p> <p>La tecnología de CO<sub>2</sub> supercrítico está patentada y pertenece a un país que no es del Artículo 5. La organización beneficiaria de Colombia evaluó los derechos de licencia como demasiado evaluados, por lo tanto, la empresa finalmente decidió no aplicar esta tecnología. Esta cuestión de licencia puede ser pertinente para la adopción de esta tecnología.</p> <p>No se menciona ningún proyecto a excepción del proyecto de demostración en Colombia en el documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/89/10.</p>
Espuma de poliestireno extruido	HFO	<p>Para que la espuma de poliestireno extruido sea un producto comercialmente aceptable, se requirió una cierta optimización de la densidad y superficie (agujeritos). Los ensayos mostraron que hay potencial para reducir la inflamabilidad de la mezcla del HFO-1234ze/éter dimetilico (DME, una sustancia química inflamable) y para mejorar el desempeño del aislamiento térmico mediante la reducción de la cantidad de DME.</p> <p>Cuestiones comerciales: la dificultad clave para la adopción generalizada de los HFO es la disponibilidad constante y el precio. Éstas fueron las principales cuestiones comerciales identificadas por los proyectos de demostración que limitan el uso de los HFO en países del Artículo 5.</p>
Espuma de poliestireno extruido	CO <sub>2</sub> /MF	<p>La formulación comprobada del CO<sub>2</sub> y MF se puede aplicar a la fabricación de espumas de poliestireno extruido, dado que la conductividad térmica, la resistencia a la compresión y el índice limitado de oxígeno son aceptables. La solubilidad del MF fue motivo de preocupación, por su relativa dificultad de transporte y almacenamiento.</p> <p>Cuando se realizaron los proyectos de demostración, el costo de equipos y el costo de transformación de seguridad para la tecnología del CO<sub>2</sub> y el MF eran más altos que el costo de la tecnología con HCFC. A medida que la tecnología madure, si el costo disminuye, será posible utilizarla en las PyME.</p>

Sector	Tecnología alternativa	Resultados clave, con dificultades y éxitos
<b>Sector de refrigeración y aire acondicionado</b>		
Refrigeración comercial (supermercados)	CO <sub>2</sub> transcrítico	<p>El sistema de refrigeración del CO<sub>2</sub> transcrítico es técnicamente viable para usar en supermercados en condiciones climáticas como Argentina, donde se realizó un proyecto piloto en un supermercado.</p> <p>De acuerdo con el informe de terminación de proyecto, la inversión inicial para un sistema de refrigeración con CO<sub>2</sub> transcrítico es más alta que para un sistema con HFC, debido a la alta presión que requiere una tubería más fuerte y una mejor soldadura durante la instalación; con los precios prevalecientes en esa época, la inversión para un sistema similar con R-404A era un 20 por ciento más baja que para un sistema con CO<sub>2</sub> transcrítico, y el 10-13 por ciento más baja, si se usaba un sistema de HFC/glicol. No obstante, se estimó que el consumo de electricidad del sistema con CO<sub>2</sub> transcrítico era el 27,64 por ciento más bajo que el sistema de la base de HCFC-22/R-404A basado en medidas tomadas durante un período de 11 meses antes y después de la conversión en 2017 y 2018.</p>
Refrigeración industrial y comercial, almacenamiento en frío y congelación, cámaras frías/comerciales	NH <sub>3</sub> / CO <sub>2</sub>	<p>Los proyectos de demostración han validado el uso de NH<sub>3</sub>/CO<sub>2</sub> en sistemas comerciales. La toxicidad del NH<sub>3</sub> se reduce considerablemente en sistemas de cascada con NH<sub>3</sub>/CO<sub>2</sub>, cuando se compara con el sistema de refrigeración con el NH<sub>3</sub> puro. El nuevo sistema proporciona costos de producción más bajos, debido a la reducción del consumo de electricidad (aumentos del 10-20 por ciento en eficiencia), reducción del mantenimiento, ninguna compra de HCFC-22 para volver a llenar los sistemas, debido a fugas durante la operación, y el uso de refrigerantes naturales más baratos.</p> <p>Los sistemas de NH<sub>3</sub>/CO<sub>2</sub> requieren destreza y conocimientos técnicos más avanzados para los instaladores y los técnicos que los sistemas con HCFC-22. Un uso más amplio de esta tecnología en sistemas más pequeños requeriría un examen de la capacidad de los técnicos locales para manejar NH<sub>3</sub>/CO<sub>2</sub> y el tipo de reglamentaciones, normas y códigos de buenas prácticas que se aplicarían.</p>
Aire acondicionado comercial y residencial	HFC-32	<p>El HFC-32 es inflamable, pero es más fácil de diseñar, comercializar y operar que los sistemas con HC, debido a su baja inflamabilidad. Tiene un potencial de calentamiento atmosférico más bajo (675) comparado al de otros HFC, como el R-410A (cuyo potencial de calentamiento es 2088).</p> <p>En proyectos de demostración, los sistemas con HFC-32 demostraron aumentos de eficiencia energética comparados a otras alternativas. El costo de la bomba térmica/costo del enfriador con de HFC-32 también fue más alto que el producto con HCFC-22, principalmente debido al mayor costo de los componentes eléctricos y el compresor. Se esperaba que una producción en gran escala redujese los gastos adicionales de explotación de los equipos con HFC-32.</p>

Sector	Tecnología alternativa	Resultados clave, con dificultades y éxitos
		<p>En los últimos años, los equipos con HFC-32 comenzaron a estar disponible en países que se beneficiaron con los proyectos de demostración a través de los fabricantes locales que recibieron ayuda del Fondo Multilateral o mediante la importación por los abastecedores internacionales de tecnología. Los países como Bangladesh, China, Indonesia, Líbano, Tailandia y Viet Nam han visto un uso cada vez mayor de aparatos de aire acondicionado con HFC-32.</p>
Aire acondicionado residencial	R-290	<p>La conversión de líneas de fabricación y la fabricación de nuevos aparatos puede manejarse con seguridad, a pesar de la inflamabilidad del R-290, si se aplican medidas apropiadas y se utilizan las herramientas y equipos adecuados.</p> <p>De acuerdo con las pruebas realizadas, la eficiencia energética de los sistemas de R-290 es un 5-12 por ciento más alta que la eficiencia con el HCFC-22.</p> <p>Las principales barreras restantes para la comercialización plena de los aparatos con R-290 son la falta de normas pertinentes que permitan cargas más grandes en acondicionadores de aire, buenas prácticas en el uso de sustancias inflamables y factores de capacidad de aceptación del mercado.</p> <p>Según el aporte recibido de los organismos de ejecución, el uso del R-290 actualmente es limitado, debido a las razones descritas anteriormente.</p>
Aire acondicionado residencial	HFO	<p>Los refrigerantes con HFO proporcionan el desempeño de enfriamiento requerido. No obstante, la constante disponibilidad y el precio son cuestiones comerciales clave, identificadas por los proyectos de demostración, que limitan el uso de HFO en países del Artículo 5.</p>
Sector pesquero	R-448A	<p>El R-448A es una alternativa inmediata del HCFC-22 en el sector pesquero. No obstante, tiene un alto potencial de calentamiento atmosférico (1 390). Puede cumplir con los requisitos de eliminación de los HCFC, pero no es conveniente para reducir las emisiones de los gases con efecto de invernadero.</p> <p>El equipo asesor del MIT realizó un estudio documental detallado para examinar R-448A como refrigerante potencial para el proyecto de demostración. No obstante, según la recomendación de la 80ª reunión del Comité Ejecutivo, la prueba con R-448A se detuvo, debido a su alto potencial de calentamiento atmosférico; aún no existe otra alternativa disponible en la categoría A1 de refrigerantes.</p> <p>Es necesario evaluar otras tecnologías para encontrar alternativas con bajo potencial de calentamiento atmosférico.</p>
<b>Sector de solventes</b>		
Solventes	KC-6	<p>El KC-6 también tiene un buen desempeño ambiental. El KC-6 tiene un punto de ebullición más alto y una mayor</p>

Sector	Tecnología alternativa	Resultados clave, con dificultades y éxitos
		<p>estabilidad química que el HCFC-141b. Esto facilita la gestión de la reducción de emisiones y resulta en un menor consumo.</p> <p>El proyecto de demostración contribuyó al programa de eliminación del sector dado que, basándose en el resultado de esta demostración, seis empresas seleccionaron el KC-6 como tecnología alternativa y firmaron contratos para eliminar el consumo de HCFC-141b.</p>

**Fuente:** Elaboración propia basada en el examen de los documentos

38. Se seleccionaron instalaciones de fabricación como parte del diseño para los proyectos que no exigían la conversión de los procesos de fabricación. Esas instalaciones se utilizaron para desarrollar el diseño y la tecnología, el desarrollo de prototipo y los ensayos. Además, llevaron a cabo pruebas con la ayuda de expertos externos.

39. Numerosas tecnologías, inclusive HFO, CO<sub>2</sub> supercrítico, KC-6, y MF, fueron las tecnologías principales que implicaron derechos de propiedad intelectual. Las partes interesadas con propiedad intelectual participaron activamente en los proyectos de demostración. Con la tecnología patentada implicada, el acceso a la información comercial y técnica es una cuestión compleja. Cuando la propiedad intelectual se pagó con fondos del Fondo Multilateral, se compartió la información pormenorizada con las partes interesadas pertinentes.

40. Sin embargo, en caso de que la organización beneficiaria hubiese pagado la propiedad intelectual, la divulgación de los conocimientos de tales proyectos de demostración supone compartir sólo información limitada en foros públicos a fin de preservar los conocimientos que son objeto de propiedad intelectual. En algunos casos, se estableció un método para compartir la información que es objeto de propiedad intelectual con las partes interesadas, por ejemplo, compartir la información sobre el proyecto sólo cuando se solicita, compartir la información sensible sólo después de firmar acuerdos de confidencialidad, y obtener ayuda de un abastecedor de la tecnología para compartir directamente los datos necesarios.

### Políticas y reglamentaciones

41. En este estudio todos los proyectos de conversión incluyeron un análisis de las políticas existentes en el país para facilitar la ejecución de los proyectos de demostración. Si bien estos proyectos plantearon la necesidad de cambios en las normas de seguridad, la formulación de tales normas no era un aspecto central de los proyectos de demostración.

42. La documentación de los proyectos menciona que la principal barrera para la comercialización plena de los aparatos con HFC-32 y R-290 es la falta de normas apropiadas. Estas normas pueden incluir normas de seguridad para el uso de los refrigerantes inflamables en aparatos de acondicionamiento de aire domésticos y comerciales; limitación del tamaño de la carga de refrigerantes con HC en aparatos de aire acondicionado; requisitos para el transporte de aparatos de aire acondicionado de habitación cargados con refrigerantes inflamables; y códigos técnicos de seguridad para equipos de mantenimiento que utilizan refrigerantes inflamables. Debido a una falta de estas normas, los documentos relacionados con el proyecto mencionan que, incluso después de terminada la conversión, los fabricantes eran reacios a comercializar sus productos. No obstante, en los últimos años los sistemas con HFC-32 han comenzado a ganar parte importante del mercado en algunos países, como China y Tailandia. Sin embargo, el uso del R-290 todavía está limitado debido a la falta de normas pertinentes que permitan mayores tamaños de carga en los aparatos de aire acondicionado.

43. En ciertos proyectos, por ej., en el proyecto de Colombia con R-290, se elaboraron documentos técnicos para actualizar las normas nacionales (NTC 6828), basadas en ISO 5149, y se preparó un plan de la ayuda para centrarse en los usuarios finales y el sector de servicios. De igual modo, en China, los proyectos identificaron la necesidad de actualizar las normas de seguridad y revisar las limitaciones del tamaño de la carga.

44. El proyecto del sector de servicio 'Proyecto de demostración del sector de servicios sobre la calidad, el confinamiento y la introducción de refrigerantes alternativos con bajo potencial de calentamiento atmosférico (África Oriental y el Caribe)' evaluó el impacto de las reglamentaciones y normas sobre la absorción de la tecnología en estos países. Se formó a las partes interesadas en el uso de analizadores de refrigerantes, la identificación de refrigerantes falsificados y la medida del desempeño de los equipos de refrigeración y climatización que utilizan refrigerantes puros y falsificados. Los documentos relacionados para este proyecto también citan la necesidad de una acción legal punitiva para controlar el uso de refrigerantes falsos.

### **Arreglos institucionales y gestión**

45. Las dependencias nacionales del ozono y los organismos de ejecución desempeñaron funciones importantes en la coordinación de los proyectos. En la mayor parte de los proyectos, también contrataron a expertos técnicos externos. De acuerdo con el aporte recibido durante las deliberaciones con los organismos de ejecución al realizar este estudio documental, algunas dependencias nacionales del ozono desempeñaron una función activa de coordinación de las diversas actividades relacionadas con los proyectos de demostración. Al mismo tiempo, en otros casos, los organismos de ejecución tuvieron que desempeñar un papel más práctico en la coordinación de los aspectos principales de los proyectos, cuando las dependencias nacionales del ozono no tenían las capacidades requeridas. Las compañías desempeñaron una función muy activa en los proyectos que implicaban convertir el proceso de fabricación o los equipos de uso final, especialmente en casos de una escasa comprensión técnica de las cuestiones críticas relacionadas con la ejecución de estos proyectos de demostración.

46. El diseño de los proyectos de demostración se centró principalmente en la tecnología y menos en la identificación de las reformas y ajustes necesarios para facilitar la absorción de la tecnología. Esto podría evaluarse mejor al diseñar los futuros proyectos de demostración, a través de indicadores que evaluarían la capacidad técnica para que los países pongan en marcha los proyectos, y qué ayuda preliminar se requeriría para asegurar el éxito de la demostración.

47. En la mayoría de los proyectos, las asociaciones industriales no estuvieron implicadas durante la ejecución de proyectos. Algunas se implicaron activamente en la parte relativa a la divulgación de conocimientos de los proyectos. En los proyectos regionales y mundiales, también se formaron comités de coordinación con la participación de las dependencias nacionales del ozono de diferentes países, las organizaciones participantes y los expertos técnicos. Asimismo, estos proyectos atrajeron a las instituciones implicadas en las normas de seguridad, normas de la eficiencia energética, autoridades de prueba e institutos técnicos. No obstante, ese compromiso también emanó de los planes de gestión de eliminación de los HCFC en curso.

### **Supervisión y evaluación/verificación**

48. Los funcionarios gubernamentales comprobaron los hitos del proyecto con la ayuda de los organismos de ejecución y de expertos externos. En el caso de proyectos de conversión, se realizaron visitas de verificación, que por lo general incluyeron investigaciones *in situ*, verificación de los cambios hechos en el proceso de fabricación, verificación de los datos de producción y el examen de los resultados de las pruebas. Se verificaron los resultados de desempeño y se incluyeron en los informes finales de proyectos presentados al Fondo Multilateral.

49. Los expertos externos verificaron el acondicionamiento para asegurar que la planta se había convertido a la tecnología seleccionada y que los equipos viejos se habían desechado o destruido. No obstante, esto no fue suficiente para garantizar que la tecnología se utilizaría activamente. Pudo haber casos donde, a pesar de conversión a una tecnología más nueva, ésta no se utilizó debido a la escasa capacidad de aceptación del mercado o la falta de normas técnicas que permitan la colocación de tales productos en el mercado (por ej., el uso de aparatos de aire acondicionado con R-290, por cuestiones de seguridad y aceptación del mercado).

50. El desempeño del proyecto se abordó en diversos documentos conexos, como informes sobre la marcha de las actividades, informes finales de proyecto e informes de terminación de proyecto. Por lo general la plantilla del informe sobre la marcha de las actividades incluye una explicación del progreso realizado por el proyecto en el momento de las reuniones específicas del Comité Ejecutivo. No obstante, por lo general la plantilla del informe sobre la marcha de las actividades no se completa totalmente para la mayor parte de los proyectos, o sólo se proporcionan explicaciones limitadas. Esta limitación afectó el potencial de un análisis más profundo para el estudio documental mediante el uso de ese documento.

51. El informe de terminación de proyecto se concibió como un formato para presentación de informes a fin de capturar toda la información pertinente sobre el proyecto. Esto incluye el logro de los objetivos del proyecto, por actividad (sección 2.1 del informe de terminación de proyecto) y resultados (sección 2.2 del informe de terminación de proyecto). No obstante, los indicadores de logro no siempre están bien definidos. Una característica común, vista durante el examen, es que para la mayor parte de los proyectos, la evaluación del desempeño en ambas secciones era 'extremadamente satisfactoria', sin una explicación razonable sobre cómo evaluarla. Idealmente, los indicadores relacionados con las actividades y los indicadores relacionados con el impacto se deberían desarrollar en las propuestas de proyecto, y esos mismos indicadores deberían supervisarse en el informe de terminación de proyecto. De igual manera, otras secciones del informe de terminación de proyecto, como retrasos, problemas y medidas correctivas que se hayan tomado (sección 3.2), lecciones aprendidas, puntos destacados y dificultades (sección 5) tampoco no siempre se completan con la información pertinente. Una de las posibles razones del seguimiento inadecuado podría ser la falta de directrices sobre el establecimiento de indicadores (para las actividades e impactos), sobre cómo evaluar el progreso usando esos indicadores, y qué se espera que se complete en cada sección. El Oficial superior de supervisión y evaluación podía considerar estos elementos cuando en el futuro se actualicen las plantillas del informe de terminación de proyectos.

52. En los proyectos de demostración no se supervisó una adopción más amplia en el ámbito nacional o sectorial, dado que la supervisión de estos proyectos se centró sólo en los hitos del proyecto. Los aspectos de la adopción de la tecnología en el ámbito nacional y sectorial están mejor supervisados en los planes de gestión de eliminación de los HCFC y no se relacionan con los objetivos de los proyectos de demostración.

53. Asimismo, los proyectos de demostración evaluaron brevemente si las tecnologías alternativas tenían cualquier efecto adverso en la salud y el medio ambiente. En algunos casos, la documentación del proyecto hizo referencia a impactos positivos, inclusive posibles beneficios para la salud, y una mejora de las normas, sin suministrar suficientes detalles para informar en este estudio.

### **Asistencia técnica y capacitación**

54. La asistencia técnica en estos proyectos incluyó la ayuda para la transferencia de tecnologías, las operaciones en planta, la capacitación de expertos, las auditorías de las instalaciones, el desarrollo de los prototipos del producto, el almacenamiento y el transporte, y el ocuparse del uso final del producto y las cuestiones de mantenimiento.

55. En varios proyectos, se contrataron a expertos técnicos para que brindasen la orientación técnica necesaria para la selección de alternativas, pruebas de desempeño, optimización, consideraciones de seguridad, conversión de la línea de fabricación, etc. Dado el uso limitado de las tecnologías demostradas



en el país/la región, las visitas de los expertos técnicos al sitio y los talleres técnicos fueron importantes para proporcionar asistencia técnica.

56. En algunos casos, también se utilizaron laboratorios externos para las pruebas de desempeño. Por ejemplo, un laboratorio independiente de Finlandia evaluó el uso de la espuma para pulverización con HFO en condiciones de temperatura ambiente elevada y CETEC (laboratorio certificado para pruebas de calzado en México) se dedicó a probar el desempeño de las suelas con MF en ese país, el laboratorio Intertek se utilizó para la prueba del prototipo de PRAHA-I, los laboratorios de AHRI y OTS se usaron para las pruebas y el análisis de PRAHA-II.

57. De igual manera, los abastecedores de tecnología y los expertos técnicos también se implicaron en ciertos casos para brindar los conocimientos técnicos necesarios en el uso de sustancias alternativas. Los proveedores de agente espumante (es decir, Honeywell y Chemours) ayudaron activamente a los responsables de la formulación en los proveedores de sistemas para usar HFO. JRAIA se utilizó para construir un modelo de evaluación de riesgos en PRAHA-II. ASHRAE, CHEAA, JRAIA se utilizaron para las actividades de creación de capacidad.

58. Una de las cuestiones para este estudio documental contempló los requisitos para obtener una licencia para manejar y utilizar ciertas alternativas (como las alternativas inflamables). Para manejar alternativas inflamables podría ser necesario tener licencias comerciales específicas por país. No obstante, en la documentación del proyecto había escasa información detallada para evaluar si se requerían tales licencias.

### **Aspectos financieros**

59. Los fondos reales informados como utilizados por los proyectos eran muy similares a los fondos asignados para la mayoría de los proyectos, lo que hace concluir que se asignaron los fondos adecuados. Es posible observar que sólo el 40 por ciento de los proyectos proporcionó un desglose detallado de los costos en los informes de terminación de proyecto. En los proyectos restantes, se hizo una comparación entre la cantidad aprobada y los costos reales sin dar detalles sobre el tipo de gasto, limitando de este modo el posible análisis para el estudio documental.

60. Unos pocos proyectos mencionaron una falta de financiación para realizar más pruebas de optimización, como el HFO-1234ze cosoplado con DME (sector de espumas de poliestireno extruido en Turquía), o el MF para el sector de espumas de poliuretano. Estos proyectos requirieron fondos extras para optimización o pruebas adicionales. No obstante, la financiación inicial se consideró suficiente para probar la viabilidad inicial de la tecnología para estos proyectos, pero el Fondo Multilateral no financió el trabajo adicional. Pudo haber proyectos donde podía requerirse trabajo adicional para adquirir una mejor comprensión de las cuestiones técnicas y comerciales. En estos casos se podría haber asignado la financiación adicional, según el caso.

61. Los gastos adicionales de capital y los gastos adicionales de explotación se estimaron basados en desempeño final del proyecto en términos del costo real para conversión. En la mayoría de los proyectos de conversión, los fondos asignados se acercaban a los gastos adicionales de capital identificados por los proyectos, mostrando así que los fondos eran adecuados. La estimación de los gastos adicionales de explotación supuso una evaluación de cargos/ahorros adicionales para los refrigerantes o los agentes espumantes, comparados a los HCFC.

62. Para los proyectos que implicaron la conversión de la línea de fabricación y el cambio de equipos de uso final, se obtuvo cofinanciación. En esos proyectos, la organización beneficiaria proporcionó la cofinanciación donde se llevó a cabo el proyecto de conversión. En los informes de terminación de proyecto no se informa cofinanciación gubernamental para ningún proyecto de demostración. Ninguno de

los proyectos menciona mayores dificultades para obtener la cofinanciación prevista en el diseño del proyecto o la manera en que se abordaron esas dificultades.

63. Normalmente, se proporcionó financiamiento de contraparte para el diseño de sistemas, la compra de equipos principales, y las actividades de creación de capacidad internas. En todos estos casos, se suministró financiación para cubrir los gastos reales. La naturaleza del financiamiento de contraparte (inversiones de capital, préstamos, financiación en condiciones favorables, en especie, etc.) no se evidencia claramente en la documentación de los proyectos examinados. A este respecto, el establecimiento de un formato mínimo requerido para compaginar información sobre la cofinanciación sería valioso para los estudios futuros.

64. El Cuadro 6 muestra el valor de cofinanciación asignada a los proyectos (fuente: informes finales de proyectos).

**Cuadro 6. Cofinanciación para proyectos de demostración**

<b>Proyecto</b>	<b>Donación del Fondo Multilateral (\$EUA)</b>	<b>Cofinanciación (\$EUA)</b>	<b>Cofinanciación como porcentaje de la donación del Fondo Multilateral (%)</b>
Proyecto de demostración para aparatos con compresor helicoidal semihermético con variación de frecuencia para amoníaco en refrigeración industrial y comercial, en Fujian Snowman Co. Ltd. (China)	1 026 815	890 454	86,7
Proyecto de demostración para conversión de la tecnología con HCFC-22 a la de amoníaco/CO <sub>2</sub> en la fabricación de sistemas de refrigeración de dos etapas para usos de almacenamiento en frío y congelación en Yantai Moon Group Co. (China)	2 490 936	1 697 694	68,2
Proyecto de demostración para la conversión de la tecnología con HCFC-22 a la tecnología con HFC-32 en la fabricación de enfriadores de aire/bombas térmicas en Tsinghua Tong Fang Artificial Environment Co. Ltd. (China)	733 530	96 814	13,2
Subproyecto de demostración para conversión del HCFC-22 al propano en la fabricación de compresores para aparatos de aire acondicionado de habitación, en Guangdong Meizhi (China)	1 875 000	1 523 093	81,2
Subproyecto de demostración para conversión del HCFC-22 al propano en Midea Room Air-conditioner Manufacturing Company (China)	4 328 495	1 679 777	38,8
Proyecto de demostración en los fabricantes de aparatos de aire acondicionado para desarrollar aparatos de ventana y los acondicionadores de aire usando refrigerantes con potencial de	513 294	616 000	120,0

<b>Proyecto</b>	<b>Donación del Fondo Multilateral (\$EUA)</b>	<b>Cofinanciación (\$EUA)</b>	<b>Cofinanciación como porcentaje de la donación del Fondo Multilateral (%)</b>
calentamiento atmosférico más bajo (Arabia Saudita) <sup>13</sup>			
Proyecto de demostración en los proveedores de sistemas para espumas en Tailandia a fin de formular el polirol premezclado para usos de espumas de poliuretano pulverizadas utilizando agentes espumantes con bajo potencial de calentamiento atmosférico (Tailandia)	274 804	45 249	16,5
Proyecto de demostración sobre los beneficios técnicos y económicos de la inyección asistida por vacío en la planta de paneles discontinuos, acondicionada del HCFC-141b al pentano (Sudáfrica)	222 200	244 000	109,8
Demostración del R-290 (propano) como refrigerante alternativo en la fabricación de aparatos de aire acondicionado comerciales en Industrias Thermotar Ltda. (Colombia)	500 000	153 831	30,8
Proyecto de demostración para validar el uso de las hidrofluoroolefinas para los paneles discontinuos en Partes al amparo del Artículo 5 mediante el desarrollo de formulaciones eficaces en función de los costos (Colombia)	248 353	52 800	21,3
Demostración del uso de un sistema de refrigeración de amoníaco/ dióxido de carbono para reemplazar el HCFC-22 para productor de tamaño mediano y tienda al por menor en Industriales Premezclas S.A. (Costa Rica)	510 161	449 000	88,0

**Fuente:** Elaboración propia basada en el examen de documentos

65. Dado que el objetivo clave de estos proyectos fue la evaluación técnica de alternativas, la mayor parte carecía de un componente relacionado con la formulación de políticas y reglamentaciones necesarias para introducir alternativas de los HCFC que tuvieran éxito en países/regiones. Sólo dos proyectos mencionaron la formulación de normas y la financiación asignada para esa actividad:

- a) Normas y disponibilidad en el mercado de refrigerantes de calidad, aplicadas en seis países de la región de África Oriental: 20 000 \$EUA, asignados para la evaluación de marcos de políticas nacionales; y
- b) Demostración del uso de un sistema de refrigeración NH<sub>3</sub>/ CO<sub>2</sub> para reemplazar el HCFC-22 para el productor de tamaño mediano y tienda al por menor en Premezclas Industriales S.A., Cosa Rica: formulación de reglamentaciones y normas: 15 000 \$EUA.

<sup>13</sup> Uno de los componentes fue el desarrollo de prototipos de acondicionadores de aire de ventana en la fábrica del Saudi Factory for Electrical Appliances Co. Ltd., pero la empresa se retiró del proyecto de demostración. Los 200 000 \$EUA asignados para este componente fueron devueltos al Fondo Multilateral.

El informe final del proyecto no contiene información sobre el trabajo realizado bajo este componente.

### **Comunicación, notificación y divulgación**

66. Todos los proyectos incluyeron actividades de comunicación y de divulgación como parte del diseño y la ejecución del proyecto. En general, los modos clave de comunicación y divulgación fueron talleres técnicos, viajes de estudio, lanzamientos de productos, exposiciones de tecnología y distribución de folletos. Además, los organismos de ejecución difundieron la experiencia adquirida con estos proyectos en diversas conferencias nacionales e internacionales y talleres, inclusive en reuniones de la red, webinarios, y conferencias internacionales. Por lo general los talleres se dirigieron a los técnicos implicados en las operaciones de planta, las dependencias nacionales del ozono, los expertos técnicos, los usuarios finales, y los abastecedores de tecnología.

67. Los informes finales de proyecto incluyeron información sobre indicadores técnicos, las características de productos finales, los elementos de costo, los beneficios ambientales y las posibles dificultades. Asimismo, se elaboraron fichas descriptivas para proporcionar la información esencial sobre los proyectos a los participantes de la industria. El público puede consultar estos informes en el sitio Web del Fondo Multilateral.<sup>14</sup> Se realizaron viajes de estudio y talleres de capacitación para facilitar transferencia de conocimientos a través de las organizaciones. Igualmente, los organismos de ejecución difundieron estudios de casos exitosos en diversos foros internacionales, como reuniones de la red de las dependencias nacionales del ozono, conferencias regionales y exposiciones de tecnología.

68. Los países utilizaron los conocimientos de los proyectos de demostración para identificar las posibles tecnologías de eliminación de los HCFC en sus planes de gestión de eliminación de esas sustancias. Asimismo, los países introdujeron programas de capacitación para que los técnicos de mantenimiento de los aparatos de refrigeración y climatización manejen las alternativas inflamables, lo que contribuyó a impulsar los conocimientos adquiridos entre las partes interesadas pertinentes.

69. Algunas de las dificultades identificadas en los documentos del proyecto examinados con respecto a la comunicación de las lecciones aprendidas de los proyectos de demostración son: la renuencia de las organizaciones a compartir información competitiva sobre desempeño en foros industriales; la amplia naturaleza de los programas regionales y mundiales que a veces limitaron la capacidad de llegar a las audiencias pertinentes, dado los recursos limitados (de tiempo y presupuesto); y el hecho de que muchos países no tuvieran asociaciones industriales activas, lo que creó dificultades en llegar a un grupo más amplio de participantes de la industria.

70. En relación con actividades de comunicación y de divulgación, la información comunicada cubre sólo la modalidad utilizada (por ej., talleres, viajes de estudio), el número de participantes (sin el desglose por género) y el uso total del presupuesto. La documentación del proyecto no informó sobre ningún método oficial usado para evaluar la eficacia y el impacto de estos programas. Esto también podría tenerse en cuenta para indicadores adicionales durante una posible actualización de la presentación de informes sobre proyectos de demostración.

### **Sostenibilidad y capacidad de replicación**

71. A la hora de la ejecución del proyecto la mayoría de las tecnologías seleccionadas para los proyectos de demostración no tuvieron ningún uso importante en el país/la región. Estos proyectos intentaban probar y demostrar la viabilidad de las opciones tecnológicas en los usos y la región. Por ejemplo, varios proyectos se dirigieron a múltiples usos del sector de refrigeración y climatización en países de temperatura ambiente elevada, con la expectativa de que se pudiesen replicar opciones tecnológicas viables a través de países con esa temperatura.

---

<sup>14</sup> Puede consultarse en: <http://www.multilateralfund.org/Our%20Work/DemonProject/default.aspx>.

72. Estaba previsto que estos proyectos informaran a los países sobre tecnologías viables, gastos adicionales de capital y gastos adicionales de explotación, beneficios ambientales y dificultades relacionadas con la adopción de tecnologías. En estos proyectos las actividades de comunicación y de divulgación de conocimientos se diseñaron para educar a la industria y a los reguladores a fin de promover las opciones comprobadas. Se esperaba que los países, al desarrollar los planes sectoriales o las estrategias del país, tomaran en consideración estos resultados para una adopción más amplia de la tecnología como parte de la eliminación de los HCFC.

73. La financiación para los planes de gestión de eliminación de los HCFC puede utilizarse para replicar tecnologías en los sectores donde se ha comprobado el desempeño, y donde no existan cuestiones comerciales importantes. De acuerdo con el éxito de estos proyectos el metilal, el MF, el ciclopentano, en el sector de espumas; el KC-6, en el sector de solventes, el NH<sub>3</sub>-CO<sub>2</sub> en el sector comercial, el CO<sub>2</sub> transcrito en supermercados, y el HFC-32 en el sector de aire acondicionado han aumentado en los países donde tuvieron lugar los proyectos de demostración, según la información disponible en la documentación examinada y basada en los aportes recibidos de los organismos de ejecución.

74. Los fondos del Fondo Multilateral se utilizaron para el desarrollo de un proyecto de país específico, es decir, 'Promoción de los refrigerantes con bajo potencial de calentamiento atmosférico para la industria de aire acondicionado en Egipto.' Este proyecto se desarrolló sobre la base de los conocimientos y el aprendizaje del proyecto PRAHA, y conllevó la aprobación de la conversión del sector aire acondicionado. Éste es un ejemplo constructivo de la capacidad de replicación que emana de las metodologías desarrolladas como parte de los proyectos de demostración.

75. Se limitó el uso de tecnologías como el propano, los HFO y el CO<sub>2</sub> supercrítico, debido a las cuestiones de seguridad, falta de normas pertinentes, disponibilidad comercial, y cuestiones relacionadas con pagos por licencias, respectivamente, a pesar de comprobar la viabilidad técnica durante los proyectos de demostración. La disponibilidad comercial y los costos (costos del producto o pagos por licencias) pueden ser factores esenciales para otras compañías del sector/la región al considerar el cambio a tales opciones.

76. Los proyectos que utilizan alternativas inflamables también destacaron la necesidad de normas de seguridad para manejar esas alternativas, una revisión del límite del tamaño refrigerante (para R-290), y normas de eficiencia energética, como algunas reglamentaciones que ayudarían a la replicación de tecnologías exitosas y demostradas. No obstante, la formulación de estas normas puede ser compleja y llevar mucho tiempo y, por lo tanto, fue asumida en los planes de gestión de eliminación de los HCFC o por las autoridades pertinentes de eficiencia energética de los países, pues no estaba en el ámbito de los proyectos de demostración el diseñar tales medidas.

77. En el caso de los proyectos de demostración que implicaron la conversión de líneas de fabricación o equipos de uso final, se espera que las organizaciones beneficiarias operen la planta usando fuentes de financiamiento internas, después de ayuda inicial de los gastos adicionales de capital y de los gastos adicionales de explotación dada por parte del Fondo Multilateral. Para los proyectos de conversión, los gastos adicionales de explotación se proporcionan después de un período limitado de operación, que se puede considerar un incentivo para la sostenibilidad de los proyectos. Sin embargo, después de la conversión, se cree que sólo la operación exitosa de la empresa asegurará la sostenibilidad a largo plazo del proyecto, pero estos factores están fuera del ámbito de los proyectos de demostración.

78. Sólo algunos proyectos proporcionaron información sobre la reducción directa de los gases con efecto de invernadero y otros impactos en el medio ambiente durante la fase de diseño del proyecto y en los informes finales del proyecto. Puede observarse que el propósito fundamental de estos proyectos era demostrar la viabilidad de posibles alternativas de los HCFC con bajo potencial de calentamiento atmosférico. No obstante, la reducción real de los gases con efecto de invernadero habría ocurrido sólo si las organizaciones hubiesen usado estas opciones tecnológicas después de los proyectos de demostración.

No se diseñó ningún sistema de seguimiento para mantener información, después de la terminación del proyecto, sobre el destino de las tecnologías demostradas y su absorción por el mercado. Las conexiones de causalidad entre la absorción de una tecnología y la ejecución de un proyecto de demostración no podrían evaluarse a posteriori sin contar con la definición de un marco para los resultados en el diseño y la ejecución del proyecto. Esto podría tomarse en cuenta en el futuro, si se desea incluir esta evaluación de posterior a la terminación, como posible elemento en el diseño de propuestas y plantillas de presentación de informes de proyectos.

79. Los proyectos de demostración también ayudaron a desarrollar habilidades técnicas para los beneficiarios de forma indirecta. Algunos pocos ejemplos son el desarrollo de instalaciones de pruebas para la evaluación del desempeño del producto en la industria de espumas y de refrigeración y climatización, y el desarrollo por los proveedores de sistemas de capacidades internas para diseñar formulaciones y optimizar enfoques. No hubo efectos adversos imprevistos de los proyectos de demostración identificados en ninguno de los documentos examinados y relacionados con los proyectos.

### **Resultados generales**

80. *Importancia de los proyectos de demostración:* desempeñan una función importante al desarrollar una comprensión de tecnologías alternativas mediante el análisis y la evaluación de su desempeño en usos específicos. Orientan a los países y a los sectores hacia opciones tecnológicas viables, preparando el camino para la adopción de tecnologías alternativas que no sólo apoyan las reducciones de las SAO sino también las reducciones de los gases con efecto de invernadero.

81. *Factores de diseño de proyectos:* se determinaron los siguientes factores de diseño de proyectos de demostración como esenciales para su éxito:

- a) Indicadores de desempeño técnico bien definidos;
- b) Implicación de todas las partes interesadas pertinentes durante la fase de diseño, inclusive los representantes de la industria, donde se planean los ensayos o las conversiones;
- c) Participación de expertos técnicos o de abastecedores de tecnología; y
- d) Un plan de comunicación y divulgación para informar a las partes interesadas clave, del país y el sector, antes, durante y después de la terminación de los proyectos.

82. Otros factores que podrían incluirse en el diseño de futuros proyectos de demostración son:

- a) Indicadores de integración de la perspectiva de género para evaluar el impacto sobre la igualdad de género y la representación de las mujeres;
- b) Evaluación preliminar de riesgos y situaciones de imprevistos (incluyendo opciones de costos); y
- c) Mejoras de la propuesta y las plantillas de presentación de informe de los proyectos, inclusive informes de terminación de proyecto, para aumentar la recopilación de datos y lecciones aprendidas de los proyectos de demostración.

83. *Opción tecnológica:* Incluso si una tecnología demuestra ser una opción viable, otros factores (como la capacidad de aceptación del mercado, las cuestiones comerciales, la falta de normas o normas que prohíben el uso de ciertas tecnologías, las consideraciones de seguridad, etc.) pueden afectar el uso activo de esa tecnología, aun después de su validación técnica mediante el proyecto de demostración. Asimismo, es importante una comprensión de las cuestiones entre las partes interesadas clave para apoyar

la adopción más amplia favorable de las opciones tecnológicas con bajo potencial de calentamiento atmosférico.

84. *Pruebas inconclusas:* En algunos proyectos de demostración, no se alcanzó ninguna conclusión sobre la viabilidad de la tecnología (por ej., HFO o MF, en el sector de espumas). Hubiera sido beneficioso hacer pruebas adicionales, pero no se emprendieron debido a los límites establecidos por el presupuesto. Se podrían considerar individualmente enfoques innovadores, como financiación adicional para imprevistos bajo condiciones muy específicas, a fin de permitir que el Fondo Multilateral adquiriese la información de la estructura de los costos actualizada y técnica adicional, a sólo un costo marginal de un ejercicio de validación avanzado (es decir, en lugar de financiar un nuevo proyecto). Las consideraciones sobre la evaluación de riesgos podrían agregarse a las futuras propuestas de proyectos de demostración para ayudar a identificar las condiciones bajo las cuales se consideraría la financiación para imprevistos.

85. *Retrasos en la ejecución:* La mayoría de los proyectos de demostración experimentó retrasos en la ejecución, casi doblando la duración prevista para la finalización de los proyectos. Entre las razones informadas estuvieron los retrasos en la firma de acuerdos con las partes interesadas clave, en consecuencia, también en los desembolsos de fondos y otras cuestiones administrativas (por ej., adquisiciones, etc.). El diseño y la planificación del proyecto podrían fortalecerse anticipando y previniendo mejor los posibles retrasos, e identificando posibles estrategias remediadoras de imprevistos, para una estimación más precisa de la duración real de los proyectos y su fecha de terminación prevista.

86. *Eficiencia energética:* Algunas tecnologías alternativas tienen un impacto positivo en la mejora de la eficiencia energética; por lo tanto, la adopción de estas tecnologías podría reducir notablemente las emisiones de los gases con efecto de invernadero. Las ganancias por eficiencia energética también podrían ayudar a mejorar la viabilidad comercial de las tecnologías alternativas, en los sectores de refrigeración, aire acondicionado y espumas de poliuretano cuando se aplican en aislamiento térmico.

87. *Lecciones aprendidas y capacidad de replicación de los proyectos de demostración:* Dado que los parámetros de una demostración se diferencian de las condiciones de una conversión completa, el costo estimado de un proyecto de demostración no deberá considerarse como representativo de otros proyectos. De este modo, si bien los resultados de los proyectos de demostración son esenciales para planear la conversión completa, sus resultados no deberían ser el factor determinante para la toma de decisión final y ejecución de proyectos de inversión corrientes. Antes de realizar una estrategia completa, se debería llevar a cabo una evaluación adicional para cada país y tecnología específicos.

### **Consideraciones para el diseño de futuros proyectos de demostración**

88. El fin y el diseño de proyectos de demostración podrían revisarse y ampliarse para asegurar que su ejecución contribuirá a evaluar no sólo la viabilidad técnica de las tecnologías alternativas, sino también de otras cuestiones pertinentes a su posible adopción. El diseño del proyecto podría incluir, por ejemplo, cuestiones tales como las dificultades de absorción del mercado con las que pueden enfrentarse los productos basados en tecnología alternativa, la asequibilidad y competitividad, los conocimientos técnicos y las capacidades existentes. En el diseño del proyecto se podrían agregar elementos de información continua sobre la absorción de la tecnología en el país de modo que siga emanando información proveniente de la ejecución de los proyectos de demostración y arrojando luz sobre las cuestiones relacionadas con la sostenibilidad de los logros del Protocolo de Montreal mediante los proyectos del Fondo Multilateral.

89. Mediante la inclusión de parámetros contextuales en el diseño de proyecto, los proyectos de demostración podrían proporcionar una evaluación técnico-comercial más completa sobre la viabilidad como resultado de su aplicación. El conocimiento detallado de las cuestiones del mercado de la tecnología

ayudaría a los países a desarrollar con mayor eficacia las estrategias de reducción de los HCFC y los HFC.

90. Los retrasos causados por las cuestiones administrativas y las adquisiciones deberían reducirse. Una evaluación preliminar detallada en la etapa de diseño podría ayudar a identificar posibles atascos u obstáculos para considerar al definir la duración del proyecto y la fecha de terminación prevista. Los mecanismos *ad hoc* para que un proceso más rápido acorte el período entre la fecha de aprobación del proyecto y la iniciación del mismo para los proyectos de demostración podrían impulsar una ejecución más rápida y producir resultados dentro de un plazo útil en beneficio de todas las partes interesadas y responsables de las tomas de decisiones.

91. Por su misma naturaleza, los proyectos de demostración pueden incluir elementos inesperados, como ensayos iniciales que no pueden cumplir con los requisitos de desempeño; los presupuestos contingentes que tomen en cuenta tiempo y recursos adicionales bajo condiciones bien definidas y específicas podrían ayudar a terminar la prueba que de otra manera quedaría inacabada, a un costo marginal.

92. En países con escasos conocimientos técnicos sobre el uso de alternativas, los proyectos de demostración deben involucrar ampliamente expertos técnicos e institutos técnicos competentes para proporcionar el soporte técnico necesario, y este componente debe abordarse en la etapa de diseño del proyecto.

93. Los proyectos no rastrean activamente el impacto en el género ni cualquier otra cuestión interrelacionada como parte de su marco de resultados. Estas cuestiones deberían integrarse en el diseño del proyecto, mediante la inclusión de indicadores, y seguirse durante la etapa de ejecución para medir la contribución al Objetivo 5 de Desarrollo Sostenible, consecuentemente con la ejecución de la política de integración de la perspectiva de género del Fondo.

94. Los futuros proyectos de demostración que apoyarían los Planes de aplicación de Kigali para la reducción de los HFC también podrían incluir aspectos en su diseño para apoyar a las dependencias nacionales del ozono y a otros organismos estatales pertinentes en la adquisiciones y para desarrollar la comprensión técnica necesarias para las diversas alternativas; podrían también incluir las cuestiones interrelacionadas que implican eficiencia energética y normas de seguridad, que se podrían ofrecer en programas de comunicación y de divulgación de conocimientos entre las partes interesadas clave.

95. La implicación de las asociaciones industriales no se explicó suficientemente en el diseño de los proyectos de demostración, y no mucha información resultó de los proyectos de demostración en su posible función para la adopción de la tecnología demostrada. Además, varias de las iniciativas de proyectos se desarrollaron en colaboración sólo con compañías específicas de la industria. Las asociaciones industriales deberían tenerse más en cuenta en el diseño de futuros proyectos de demostración, pues su implicación activa en la ejecución del proyecto ampliaría el alcance de las actividades de comunicación y de divulgación, y facilitaría la adopción y la sostenibilidad de las tecnologías alternativas.

96. Las herramientas de presentación de informes identificadas para facilitar el aprendizaje de los proyectos, en especial los informes sobre la marcha de las actividades e informes de terminación de proyecto, no se utilizaron en la medida prevista. Estas plantillas deben capturar todos los atributos requeridos del proyecto, inclusive el logro de los objetivos, los retrasos y las lecciones aprendidas, para poder pasar estos conocimientos a los futuros proyectos de demostración. Las plantillas de información de los proyectos se podrían revisar y actualizar para incluir las áreas pertinentes que se informarían para los futuros proyectos de demostración en las áreas identificadas por el estudio documental.

97. Para medir la eficacia de los programas de capacitación, el diseño del proyecto debe incluir indicadores en el marco de resultados, a fin de obtener una medida inicial de la comprensión técnica por



parte del público destinatario, y una medida similar correspondiente después de la ejecución. Esto proporcionaría información sobre la creación de capacidad entre los beneficiarios.

98. Para los futuros proyectos de demostración, el plan de comunicación y divulgación debería incluir un protocolo de comunicación habitual donde los resultados provisionales que emanan de los proyectos de demostración se comparten con las partes interesadas pertinentes, durante la etapa de ejecución, sin esperar a compartir la información sólo cuando el proyecto haya concluido. Esto facilitaría los ajustes que podrían traer mejoras a la ejecución y aumentar la probabilidad de una demostración exitosa.

99. Los organismos de ejecución y dependencias nacionales del ozono deberían diligente y plenamente comunicar la información del proyecto, asegurando que abarca todas las diferentes áreas de las herramientas de presentación de informes. Esto aumentaría la calidad de la información consolidada, mejoraría la evaluación del impacto del proyecto y facilitaría la toma informada de decisiones de las partes interesadas pertinentes.

### **III. Recomendación**

100. El Comité Ejecutivo podría:

- a) Tomar nota del estudio documental para la evaluación de los proyectos de demostración para las alternativas de los HCFC con bajo potencial de calentamiento atmosférico que figura en el documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/90/6; e
- b) Invitar a países del Artículo 5, organismos de ejecución y bilaterales y la Secretaría que tengan en cuenta, donde proceda, los resultados del estudio documental mencionado en el subpárrafo a) anterior, para el diseño, la ejecución de proyectos y la presentación de informes sobre las futuras actividades de demostración de la tecnología asociada con la reducción de los HFC.



Anexo I

**LISTA DE PROYECTOS DE DEMOSTRACIÓN APROBADOS POR EL COMITÉ EJECUTIVO**

Sector/proyecto	Código del proyecto	Orga- nismo	País	Tecnología alternativa	Fecha de termina- ción del proyecto <sup>1</sup>
<b>Espumas de poliuretano (tecnología de base: HCFC-141b)</b>					
Proyecto piloto para la validación del formiato de metilo como agente espumante en la fabricación de espumas de poliuretano	BRA/FOA/56/DEM/285	PNUD	Brasil	Formiato de metilo	Diciembre de 2010
Proyecto piloto para validar metilal como agente espumante en la fabricación de espumas de poliuretano (fase I)	BRA/FOA/58/DEM/292	PNUD	Brasil	Metilal	Diciembre de 2012
Proyecto piloto para la validación del formiato de metilo para usos de espumas microcelulares de poliuretano (fase I)	MEX/FOA/56/DEM/141	PNUD	México	Formiato de metilo	Noviembre de 2010
Opciones de bajo costo para el uso de hidrocarburos como agente espumante en la fabricación de espumas de poliuretano	EGY/FOA/58/DEM/100	PNUD	Egipto	Ciclopentano, n-pentano	Diciembre de 2015
CO <sub>2</sub> supercrítico en la fabricación de espumas rígidas de poliuretano pulverizado	COL/FOA/60/DEM/75	Japón PNUD	Colombia	CO <sub>2</sub> supercrítico	Diciembre de 2014
Uso de los hidrofluoroolefinas (HFO) para paneles discontinuos en Partes del Artículo 5, mediante el desarrollo de formulaciones eficaces en función de los costos	COL/FOA/76/DEM/100	PNUD	Colombia	HFO-1233zd (E) y HFO-1336mzz (Z) con CO <sub>2</sub>	Abril de 2018
Ventajas técnicas y económicas de la inyección asistida por vacío en planta de paneles discontinuos reacondicionada, del HCFC-141b al pentano	SOA/FOA/76/DEM/09	ONUDI	Sudáfrica	Pentano (inyección asistida por vacío)	Agosto de 2018
Proveedores de sistemas de espumas para formular polioli premezclado para espumas de poliuretano pulverizado usando agentes espumantes con bajo potencial de calentamiento atmosférico	THA/FOA/76/DEM/168	Banco Mundial	Tailandia	HFO-1233zd (E) y HFO-1336 mzz (Z) con CO <sub>2</sub>	Diciembre de 2018

<sup>1</sup> Fechas de terminación de proyecto, compiladas de documentos de la Secretaría del Fondo Multilateral, disponible al 29 de abril de 2022.

Sector/proyecto	Código del proyecto	Orga- nismo	País	Tecnología alternativa	Fecha de termina- ción del proyecto <sup>1</sup>
Tecnología de espumación con pentano, de bajo costo, en espumas de poliuretano en pequeñas y medianas empresas	MOR/FOA/75/DEM/74	ONUDI	Marruecos	Pentano	Septiembre de 2019
Opciones de bajo costo para espumas de poliuretano en usuarios muy pequeños	EGY/FOA/76/DEM/129	PNUD	Egipto	Formiato de metilo, metilal	Julio de 2019
Demostración para conversión del HCFC-141-b al polioli premezclado con ciclopentano-basado en la fabricación de espumas rígidas de poliuretano en Guangdong Wanhua Rongwei Polyurethane Co. Ltd.	CPR/FOA/59/DEM/491	Banco Mundial	China	Ciclopentano	Diciembre de 2017
Conversión de la parte de espumas, del HCFC-141b al ciclopentano, en Jiangsu Huaiyin Huihuang Solar Co. Ltd.	CPR/FOA/59/DEM/492	Banco Mundial	China	Ciclopentano	Noviembre de 2012
HFO como agente de espumación, en poliuretano pulverizado	SAU/FOA/76/DEM/27	ONUDI	Arabia Saudita	HFO-1233zd (E), HFO-1336mzz (Z)	Octubre de 2019
<b>Espumas de poliestireno extruido (tecnología de base: HCFC-22/HCFC-142b)</b>					
HFO-1234ze como agente espumante en la fabricación de tableros de espumas de poliestireno extruido para paneles	TUR/FOA/60/DEM/96	PNUD	Turquía	HFO-1234ze/DME	Diciembre de 2011
Tecnología de coextrusión en soplado con CO <sub>2</sub> /formiato de metilo en la fabricación de espumas de poliestireno extruido	CPR/FOA/64/DEM/507	PNUD	China	CO <sub>2</sub> /formiato de metilo	Diciembre de 2014
<b>Aire acondicionado (tecnología de base: HCFC-22)</b>					
Proyecto de demostración para la conversión de la tecnología del HCFC-22 al HFC-32 en la fabricación de enfriadores/bombas de calor comerciales en Tsinghua Tong Fang Artificial Environment Co. Ltd.	CPR/REF/60/DEM/498	PNUD	China	HFC-32	Diciembre de 2014
Subproyecto de demostración para conversión del HCFC-22 al propano, en Midea Room Air-conditioner Manufacturing Company	CPR/REF/61/DEM/503	ONUDI	China	Propano (R-290)	Diciembre de 2014
Subproyecto de demostración para conversión de la fabricación del compresor de aire acondicionado de habitación, del	CPR/REF/61/DEM/502	ONUDI	China	R-290	Diciembre de 2013

Sector/proyecto	Código del proyecto	Orga- nismo	País	Tecnología alternativa	Fecha de termina- ción del proyecto <sup>1</sup>
HCFC-22 al propano en Guangdong Meizhi Co.					
Promoción de refrigerantes con bajo potencial de calentamiento atmosférico para los sectores de aire acondicionado en países de temperatura ambiente elevada (PRAHA I)	ASP/REF/69/DEM/56	PNUMA / ONUDI	Bahrein, Iraq, Kuwait, Omán, Qatar, Arabia Saudita, Emiratos Arabes Unidos	Varios	Diciembre de 2016
Desarrollo de acondicionadores de aire unitarios y de ventana usando refrigerantes con bajo potencial de calentamiento atmosférico	SAU/REF/76/DEM/29	Banco Mundial	Arabia Saudita	HFC-32 y R-290	Noviembre de 2018
Proyecto de demostración sobre promover refrigerantes con HFO y bajo potencial de calentamiento atmosférico para el sector de aire acondicionado en temperatura ambiente elevada	SAU/REF/76/DEM/28	ONUDI	Arabia Saudita	R-290 <sup>2</sup>	En curso (prórroga pedida en la 90ª reunión)
Proyecto de demostración para desempeño de tecnología sin HCFC, con bajo potencial de calentamiento atmosférico, en aire acondicionado	KUW/REF/76/DEM/32	PNUD	Kuwait	R-290, HFC-32	Proyecto cancelado
Promoción de alternativas de refrigerantes para los países de temperatura ambiente elevada (PRAHA II)	ASP/REF/76/DEM/59	PNUMA / ONUDI	Regional (Asia Occidental)	Varios	Diciembre de 2019
<b>Refrigeración industrial y comercial (tecnología de base: HCFC-22)</b>					
Proyecto de demostración para conversión de la tecnología del HCFC-22 al amoníaco/CO <sub>2</sub> en la fabricación de sistemas de refrigeración de doble etapa para almacenamiento frigorífico y congelación, en Yantai Moon Group Co. Ltd.	CPR/REF/60/DEM/499	PNUD	China	Amoníaco (NH <sub>3</sub> )/CO <sub>2</sub>	Diciembre de 2014
Demostración del uso de un sistema de refrigeración con	COS/REF/76/DEM/55	PNUD	Costa Rica	NH <sub>3</sub> /CO <sub>2</sub>	Diciembre de 2017

<sup>2</sup> El proyecto experimental se aprobó inicialmente para fabricar, probar y optimizar modelos de acondicionadores de aire con mezclas de HFO/HFC de bajo potencial de calentamiento atmosférico, así como con R-290; sin embargo, durante ejecución, la empresa decidió centrarse en la tecnología con R-290, basándose en pruebas hechas por la empresa y los resultados del proyecto de demostración sobre promover refrigerantes alternativos en aire acondicionado para los países de temperatura ambiente elevada (PRAHA-II).

Sector/proyecto	Código del proyecto	Orga- nismo	País	Tecnología alternativa	Fecha de termina- ción del proyecto <sup>1</sup>
amoníaco/ dióxido de carbono en reemplazo del HCFC-22 para el productor mediano y tienda minorista en Premezclas Industriales S.A.					
Proyecto de demostración para alternativas sin HCFC y con bajo potencial de calentamiento atmosférico en refrigeración, en el sector pesquero	MDV/REF/76/DEM/30	PNUD	Maldivas	R-448A	Diciembre de 2019
Proyecto de demostración para aparatos de refrigeración con compresores de tornillo semiherméticos con convertidor de frecuencia a base de amoníaco en refrigeración industrial y comercial, en Fujian Snowman Co., Ltd.	CPR/REF/76/DEM/573	PNUD	China	NH <sub>3</sub> /CO <sub>2</sub>	Marzo de 2018
Demostración de R-290 (propano) como refrigerante alternativo en la fabricación de equipos comerciales de aire acondicionado en Industrias Thermotar Ltda.	COL/REF/75/DEM/97	PNUD	Colombia	R-290	Abril de 2018
Proyecto de demostración para la introducción de tecnología de refrigeración con CO <sub>2</sub> transcrito para supermercados	GLO/REF/76/DEM/335	ONUDI	Argentina <sup>3</sup>	CO <sub>2</sub> transcrito	Diciembre de 2019
<b>Solventes (tecnología de base: HCFC-141b)</b>					
Tecnología de isoparafina y siloxano (KC-6) para limpieza, en la fabricación de aparatos médicos	CPR/SOL/64/DEM/511	UNDP/ Japón	China	Isoparafina y siloxano (KC-6)	Diciembre de 2016
<b>Servicio y mantenimiento de equipos de refrigeración y aire acondicionado (tecnología de base: HCFC-22)</b>					
Europa y Asia Central: desarrollo de un centro de excelencia regional para capacitación y acreditación, y demostración de refrigerantes alternativos con bajo potencial de calentamiento atmosférico	GLO/REF/76/DEM/333	Federación de Rusia	Europa y Asia Central	Varios	Diciembre de 2019
Proyecto de demostración sobre calidad y confinamiento de refrigerantes, e introducción de refrigerantes con bajo potencial	EUR/REF/76/DEM/16	ONUDI/ PNUMA	Mundial	Varios	Julio de 2019

<sup>3</sup> El proyecto se conceptualizó inicialmente para dos países (Argentina y Túnez); sin embargo, como se explica en la parte VI del documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/82/20, el componente de Túnez del proyecto no se desarrolló más y la financiación fue devuelta al Fondo Multilateral (decisión 84/16 c)).

<b>Sector/proyecto</b>	<b>Código del proyecto</b>	<b>Orga- nismo</b>	<b>País</b>	<b>Tecnología alternativa</b>	<b>Fecha de termina- ción del proyecto<sup>1</sup></b>
de calentamiento atmosférico					





**Anexo II**

**ACTUALIZACIONES SOBRE EL RESUMEN DE LOS RESULTADOS ALCANZADOS HASTA EL MOMENTO PROVENIENTES DE LOS PROYECTOS DE DEMOSTRACIÓN DE HCFC APROBADOS**

1. Conforme a la decisión 55/43 sobre la presentación de un número limitado de proyectos que podrían demostrar mejor las tecnologías alternativas al uso de los HCFC, el Comité Ejecutivo aprobó 32 proyectos. El mandato del actual estudio documental pide que se actualice la información proporcionada en el documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/72/40; la actualización figura en los Anexos II y III.
2. De los 32 proyectos aprobados (con un potencial de reducción de 93,13 toneladas PAO), se terminaron 30. Los informes finales de estos proyectos se presentaron al Comité Ejecutivo. Un proyecto se terminó parcialmente y otro proyecto se canceló. El subproyecto en Túnez del proyecto de demostración "Introducción de tecnología de refrigeración con dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) transcrito para supermercados (Argentina y Túnez)" no se ejecutó, debido a una falta de interés en el país.
3. Diecisiete de estos proyectos se aprobaron después de la decisión 72/40, y 14 de ellos implicaron la conversión de tecnología o ensayos tecnológicos. Dos proyectos eran parte del sector de servicios de refrigeración y climatización y un proyecto en Kuwait se canceló. Considerando que varias de las tecnologías incluidas en los proyectos de demostración ya se seleccionaron en diversos países del Artículo 5 para sustituir los HCFC usados en los sectores de fabricación de espuma y de refrigeración y aire acondicionado, este Anexo incluye una breve descripción de los resultados de los 14 proyectos de demostración terminados, pero que no se incluyeron en el Anexo II del documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/72/40.

**Cuadro A. Proyectos de demostración aprobados no incluidos en el documento 72/40**

Sector/proyecto	Código del proyecto	Organismo	País	Tecnología alternativa	Informe final
<b>Espuma de poliuretano (tecnología de base: HCFC-141b)</b>					
Uso de hidrofluoroolefinas (HFO) para paneles discontinuos en Partes del Artículo 5 mediante el desarrollo de formulaciones eficaces en función de los costos	COL/FOA/76/DEM/100	PNUD	Colombia	HFO-1233zd (E) y HFO-1336mzz (Z) con CO <sub>2</sub>	Abril de 2018
Ventajas técnicas y económicas de inyección asistida por vacío en planta reacondicionada de paneles discontinuos, del HCFC-141b al pentano	SOA/FOA/76/DEM/09	ONUDI	Sudáfrica	Pentano (inyección asistida por vacío)	Junio de 2018
Proveedores de sistemas de espumas para formular polioliol premezclado para espumas de poliuretano pulverizado, usando agentes espumantes con bajo potencial de calentamiento atmosférico	THA/FOA/76/DEM/168	Banco Mundial	Tailandia	HFO-1233zd (E) y HFO-1336mzz (Z) con CO <sub>2</sub>	Abril de 2019
Tecnología de espumación con pentano, de bajo costo, en espumas de poliuretano en pequeñas y medianas empresas	MOR/FOA/75/DEM/74	ONUDI	Marruecos	Pentano	Octubre de 2019
Opciones de bajo costo para espumas de poliuretano en usuarios muy pequeños	EGY/FOA/76/DEM/129	PNUD	Egipto	Formiato de metilo, metilal	Octubre de 2019

Sector/proyecto	Código del proyecto	Organismo	País	Tecnología alternativa	Informe final
HFO como agente de espumación, en espuma de poliuretano pulverizado	SAU/FOA/76/DEM/27	ONUDI	Arabia Saudita	HFO-1233zd (E), HFO-1336mzz (Z)	Julio de 2020
<b>Aire acondicionado (tecnología de base: HCFC-22)</b>					
Desarrollo de acondicionadores de aire unitarios y de ventana, usando refrigerantes con bajo potencial de calentamiento atmosférico	SAU/REF/76/DEM/29	Banco Mundial	Arabia Saudita	HFC-32 y R-290	Febrero de 2019
Proyecto de demostración sobre promoción de refrigerantes con HFO y bajo potencial de calentamiento atmosférico para el sector de aire acondicionado en temperatura ambiente elevada	SAU/REF/76/DEM/28	ONUDI	Arabia Saudita	Propano (R-290) <sup>1</sup>	En curso
Promoción de alternativas de refrigerantes para los países de temperatura ambiente elevada (PRAHA-II)	ASP/REF/76/DEM/59	PNUM A/UNIDO	Regional (Asia Occidental)	HFC-32, propano, mezclas de HFO	Diciembre de 2019
<b>Refrigeración industrial y comercial (tecnología de base: HCFC-22)</b>					
Demostración del uso de un sistema de refrigeración con amoníaco/dióxido de carbono en reemplazo del HCFC-22, para el productor mediano y tienda minorista en Premezclas Industriales S.A.	COS/REF/76/DEM/55	PNUD	Costa Rica	Amoníaco (NH <sub>3</sub> )/CO <sub>2</sub> 3	junio de 2018
Proyecto de demostración para alternativas sin HCFC con bajo potencial de calentamiento atmosférico en refrigeración del sector pesquero	MDV/REF/76/DEM/30	PNUD	Maldivas	R-448A	Abril de 2018
Proyecto de demostración para aparatos de refrigeración con compresores de tornillo semiherméticos con convertidor de frecuencia a base de amoníaco en refrigeración industrial y comercial, en Fujian Snowman Co., Ltd.	CPR/REF/76/DEM/573	PNUD	China	NH <sub>3</sub> / CO <sub>2</sub>	Diciembre de 2018
Demostración de R-290 (propano) como refrigerante alternativo en la fabricación comercial de aire acondicionado, en Industrias Thermotar Ltda	COL/REF/75/DEM/97	PNUD	Colombia	R-290	Abril de 2018
Proyecto de demostración para la introducción de tecnología de refrigeración con CO <sub>2</sub> transcrito para supermercados	GLO/REF/76/DEM/335	ONUDI	Argentina	CO <sub>2</sub> transcrito	Julio de 2020

<sup>1</sup> El proyecto se aprobó inicialmente para fabricar, probar y optimizar un modelo experimental de acondicionadores de aire con mezclas de HFO/HFC y bajo potencial de calentamiento atmosférico, así como con R-290; sin embargo, durante la ejecución, la empresa decidió centrarse en la tecnología con R-290, basada en las pruebas hechas por la empresa y los resultados del proyecto de demostración sobre la promoción de refrigerantes alternativos en aparatos de aire acondicionado para los países de temperatura ambiente elevada (PRAHA-II).

## Uso de HFO en espumas de poliuretano

4. Tres proyectos para probar las hidrofluoroolefinas (HFO) en el sector de espumas de poliuretano se aprobaron en Colombia (organismo de ejecución: PNUD), Arabia Saudita (organismo de ejecución: ONUDI), y Tailandia (organismo de ejecución: Banco Mundial). Estos proyectos se aprobaron en la 76ª reunión del Comité Ejecutivo.

5. En Colombia, el proyecto se aprobó para validar las formulaciones de poliuretano para los paneles discontinuos con HFO reducida (a saber, HFO-1233zd(E) y HFO 1336mzz (z)). En Arabia Saudita, se validó el uso de HFO-1233zd(E) y HFO-1336mzz(Z) co-sopladas con agua en espumas de poliuretano pulverizado en temperatura ambiente elevada. En Tailandia, se validaron polioles premezclados con HFO (es decir, HFO-1233zd(E) y HFO-1336mzz(Z)) para las pequeñas y medianas empresas (PyME) en el sector de espumas de poliuretano pulverizado en proveedores de sistemas.

6. En general, el manejo y la capacidad de procesamiento de la formulación con HFO reducidas en planta de producción fueron comparables al HCFC-141b; estadísticamente no se encontró una diferencia significativa entre el desempeño de la espuma basada en los dos tipos de HFO (HFO-1233zd(E) y HFO-1336mzz (Z)).

7. En los paneles discontinuos, comparado con las formulaciones con HCFC-141b, las formulaciones de HFO reducidas mostraron un mejor flujo de espuma (es decir, un coeficiente más bajo de flujo entre la densidad libre con crecimiento y la mínima de llenado); un factor K inicial de espuma de 7 por ciento más alto en el laboratorio (inyecciones de Brett; también se reprodujo en la planta industrial), y valores similares del factor K, medidos un mes después de inyectado; y valores similares en el laboratorio y la planta de producción de resistencia a la compresión, estabilidad dimensional y adherencia al metal.

8. En el sector de espumas para pulverización en temperatura ambiente elevada, el desempeño de HFO-1233zd (E) igualó al del HCFC-141b en adherencia, conductividad térmica, estabilidad dimensional, capacidad de pintado, densidad total de la espuma y resistencia a la compresión. La superficie rociada con HFO-1233zd (E) exhibió más agujeritos que la rociada con HCFC-141b, pero aun así satisfizo las expectativas del cliente.

9. En Tailandia las formulaciones de espumas de pulverización con HFO premezcladas, con los agentes espumantes de HFO al 10 por ciento del poliol con ajustes sobre la opción del poliol y catalizador, pudo producir propiedades de espuma que fueron aceptables para el mercado tailandés de espumas para pulverización. Si bien la formulación de HFO-1233zd (E) demostró inestabilidad, el informe final del proyecto indica que el problema de la estabilidad podría solucionarse introduciendo un nuevo catalizador. En términos de adherencia y tiempo de reactividad, las espumas para pulverización sopladas con HFO exhibieron un desempeño de adherencia y tiempo de la reactividad que era aceptable para el mercado. La densidad de la espuma para pulverización hecha de las formulaciones reducidas de HFO fue ligeramente más alta que la formulación de la base con HCFC-141b. Asimismo, se observó un leve aumento de la resistencia a la compresión.

10. De acuerdo con los datos de validación recopilados hasta el momento, la tecnología de HFO parece tener buenas perspectivas para sustituir los HCFC en usos de espumas de poliuretano, manteniendo un desempeño aceptable. Por otra parte, según los informes, las HFO tienen altos costos con respecto a los HCFC u otras formulaciones basadas en alternativas. El alto precio y las dificultades de suministro comercial se citaron como barreras importantes para la adopción de HFO en el sector de espumas de poliuretano.

### **Inyección asistida por vacío en planta de paneles discontinuos reacondicionada, del HCFC-141b al pentano**

11. En su 76ª reunión, el Comité Ejecutivo aprobó el proyecto de demostración sobre las ventajas económicas y técnicas de la inyección asistida por vacío en una planta de paneles discontinuos reacondicionada, del HCFC-141b al pentano, en Sudáfrica.

12. El proyecto de demostración mostró que la espuma con ciclopentano soplado con tecnología de inyección asistida por vacío tiene buena estabilidad dimensional; permite reducir la densidad de la espuma de hasta 5 por ciento, lo que podría dar lugar a considerables ahorros en términos de consumo de poliuretano; quita los vapores del ciclopentano y del isocianato del área de trabajo, mejorando así la salud y la seguridad del trabajador; y alcanza valores k similares (entre 20,12 y 20,54 mW/mK) al de espumas con HCFC-141b soplado (20,4 mW/mK).

13. Además, el uso de la tecnología de inyección asistida por vacío produce ahorros, debido a la reducción del consumo de energía y tiempo de desmoldaje. Combinado con la reducción en la densidad de espuma, la reducción de costos de mano de obra y el mejoramiento de la salud y seguridad del trabajador, se anticipan que estos ahorros cubrirán los gastos iniciales de la inversión de la tecnología.

### **Metilal y formiato de metilo en espumas de poliuretano para usuarios muy pequeños**

14. El proyecto de demostración en las opciones de bajo costo para usuarios muy pequeños para espumas de poliuretano en Egipto se aprobó en la 76ª reunión. Se esperaba que el proyecto desarrollara un aparato de dispensación de espumas para usos con moldeado *in situ*, que utilizan los usuarios muy pequeños a un costo más barato que los distribuidores disponibles en el mercado; y explorar la opción de preembalar sistemas de espuma de poliuretano para ciertas aplicaciones que serían fáciles de utilizar para usuarios muy pequeños, con aparatos de espumado a bajo costo.

15. Los resultados del proyecto concluyeron que, con especificaciones muy claras de los componentes mínimos de los equipos para permitir operaciones de espumado, los distribuidores básicos de espumas podrían estar disponibles a un costo de 30-50 por ciento más bajo que el de los distribuidores habituales, reduciendo así potencialmente los costos de equipos de futuros proyectos de espumas financiados por el Fondo Multilateral para los fabricantes pequeños y muy pequeños de espumas. Los requisitos de equipos pueden necesitar cambiarse en algunas circunstancias para permitir el uso de sistemas químicos con coeficientes cambiables.

### **Tecnología de espumación con pentano en el sector de espumas de poliuretano**

16. En su 75ª reunión, el Comité Ejecutivo aprobó el proyecto de demostración sobre el uso de la tecnología de espumación con pentano, de bajo costo, para conversión a las tecnologías sin SAO en espumas de poliuretano en las PyME, en Marruecos. El objetivo del proyecto fue explorar la posibilidad de reducir la inversión inicial de capital diseñando una máquina de espumación simple, normalizada, fácil de manejar y compacta, capaz de operar con pentano inflamable, equipos y sistemas de ventilación móviles que sirviera para varios productos.

17. Los sistemas de ciclopentano premezclado son suficientemente estables y se pueden emplear comercialmente, según los resultados del proyecto de demostración; no existen problemas especiales con el transporte y la distribución del sistema de ciclopentano premezclado en barriles. Se entregan como "sustancias químicas peligrosas," lo que contrae un costo adicional. La calidad de la espuma generada por los sistemas de ciclopentano es comparable a la producida por los sistemas de HCFC-141b; no hubo ningún problema ni dificultad especial de seguridad al usar el sistema de ciclopentano con el equipo proporcionado.

### **Aparatos de aire acondicionado de ventanas y unitarios con HFC-32- y R-290 en países de temperatura ambiente elevada**

18. En su 76ª reunión, el Comité Ejecutivo aprobó el proyecto de demostración en dos empresas que fabricaban aparatos de aire acondicionado en Arabia Saudita: Saudi Factory for Electrical Appliances Co. Ltd (SFEA) y Petra Engineering Industries Co. Ltd. (Petra).

19. Petra diseñó, fabricó y probó seis prototipos de enfriadores refrigerados comerciales que utilizan los refrigerantes HFC-32 y R-290, con capacidad de enfriamiento de 40 kilovatios, 70 kilovatios y 100 kilovatios. El diseño del equipo fue conforme a los requisitos de seguridad de ISO-514939 y de IEC-60335-2-40. La prueba se realizó a 35°C, 46°C y 52°C. Los resultados se compararon al R-410A, que se probó como sustancia de uso inmediato para el HFC-32. En todos los casos, los aparatos con HFC-32 y R-290 mostraron un desempeño similar o mejor (eficacia y capacidad de enfriamiento) que el R-410A. Sin embargo, los cambios de diseño necesarios para atenuar el riesgo de usar R-290 resultaron en un aumento significativo del costo del equipo. En el caso del HFC-32 el aumento del costo fue mínimo.

20. La investigación descubrió que los requisitos de seguridad actuales limitarían notablemente el uso de refrigerantes combustibles como el R-290 en la mayoría de los usos comerciales. El costo de cargar los aparatos era del 50 al 57 por ciento menos con el HFC-32 y del 25 al 44 por ciento más con el R-290, debido a la carga y al precio de refrigerantes más bajos comparados al R-410A. El mayor costo del R-290 se debe al alto precio del refrigerante (12,25 \$EUA/kg) con respecto al R-410A (6,55 \$EUA/kg). Hubo un pequeño aumento en el costo de los componentes importantes al hacerse la transición del R-410A al HFC-32, que dio por resultado un aumento entre el 11 y el 13 por ciento, dependiendo del tamaño del aparato. La diferencia de costo entre el HFC-32 y el R-290 para la mayoría de los componentes importantes fue de menor importancia, a excepción del compresor, que fue un factor de tres más costoso aproximadamente, y en relación con el HFC-32 dio lugar a aumentos sustanciales en el costo de un aparato. Un detector de fugas, necesario para el R-290, pero al parecer no para el HFC-32, también contribuyó a esa diferencia. Estos costos son estimaciones proporcionadas a la hora de la ejecución del proyecto y pueden no tener más validez.

### **Refrigerantes con HFO y potencial de calentamiento atmosférico para el sector de aire acondicionado en países de temperatura ambiente elevada**

21. En su 76ª reunión, el Comité Ejecutivo aprobó el proyecto en Arabia Saudita para fabricar, probar y optimizar modelos experimentales de aire acondicionado con mezclas de HFO/HFC, así como R-290, con bajo potencial de calentamiento atmosférico; emprender una campaña de producción para demostración; y convertir una línea de producción. Sin embargo, durante la ejecución, la empresa decidió centrarse en la tecnología con R-290, basada en las pruebas realizadas por la empresa y los resultados del proyecto de demostración sobre la promoción de refrigerantes alternativos en aparatos de aire acondicionado para los países de temperatura ambiente elevada (PRAHA-II).

22. El Comité Ejecutivo decidió extender la fecha de terminación del proyecto al 15 de marzo de 2022, de manera excepcional, dado la pandemia del COVID-19 y el progreso alcanzado (decisión 88/27). A la 90ª reunión se presentó un informe sobre la marcha de las actividades y, sobre la base de ese informe, se pidió otra prórroga para la fecha de la terminación. En consecuencia, el informe final no estuvo disponible para el análisis y el examen en este estudio documental.

### **Promoción de alternativas de refrigerantes para los países de temperatura ambiente elevada (PRAHA-II)**

23. PRAHA-II se aprobó en la 76ª reunión del Comité Ejecutivo. El proyecto aspiraba a desarrollar el progreso del proyecto de demostración PRAHA-I para la promoción de alternativas con bajo potencial de

calentamiento atmosférico en la industria de aire acondicionado en países de temperatura ambiente elevada, en Asia Occidental. PRAHA-II tenía tres elementos principales: crear capacidad de la industria local para diseñar y probar aparatos de aire acondicionado usando refrigerantes inflamables con bajo potencial de calentamiento atmosférico; evaluar y optimizar los prototipos construidos para PRAHA-I; y construir un modelo de evaluación de riesgos para los países de temperatura ambiente elevada.

24. Los resultados de la optimización de los prototipos de PRAHA-I demostraron que a través del modelado, el diseño y la selección de componentes pueden lograrse mejoras de desempeño de los sistemas. El rediseño de componentes se centró en el compresor, el condensador y la válvula de expansión. Las pruebas de aparatos optimizados mostraron una considerable reducción en el consumo de energía, en las condiciones de pruebas de temperatura ambiente elevada (46°C). El análisis de simulación mostró que el refrigerante con curvas más anchas de saturación tiende a producir sistemas con una mayor eficacia y una carga menor, cuando no se modifican las piezas metálicas. No obstante, los resultados mostraron que haciendo la selección apropiada de componentes, como compresores con volúmenes más grandes de desplazamiento y un caudal másico más alto, las capacidades de enfriamiento y el desempeño general de los otros refrigerantes tenían el mismo orden de magnitud.

25. Los resultados de las pruebas de las alternativas del alto deslizamiento descubrieron que el fraccionamiento del refrigerante, evidenciado por las pruebas de hermeticidad, no parece ser una preocupación significativa, dado que se observó menos del 2 por ciento de cambio en la capacidad de enfriamiento después de la recarga del sistema, y se espera que los cambios de eficiencia energética sean mínimos.

### **Uso de amoníaco (NH<sub>3</sub>)/CO<sub>2</sub> en el sector de refrigeración industrial y comercial**

26. En su 76ª reunión, el Comité Ejecutivo también aprobó el proyecto para demostrar el uso de un sistema de refrigeración con NH<sub>3</sub>/CO<sub>2</sub> en lugar del HCFC-22 para el productor mediano y tienda minorista en Premezclas Industriales, S.A., en Costa Rica. El proyecto se aprobó para demostrar el uso de un sistema de refrigeración de doble etapa<sup>2</sup> con NH<sub>3</sub>/CO<sub>2</sub> en tiendas minoristas como reemplazo viable de un sistema con HCFC-22 que operaba un sistema de almacenamiento frigorífico con capacidad de 50 toneladas de refrigeración.

27. El uso de NH<sub>3</sub>/CO<sub>2</sub> en cascada (con CO<sub>2</sub> - tipo salmuera) es un método nuevo y práctico para que usen las compañías industriales de mediano tamaño. El nuevo sistema de enfriamiento para la cámara de producto terminado, que utiliza tecnología de cascada, ahorra energía (es decir, en dos meses de operación del nuevo sistema, los costos de electricidad reflejan una reducción del 10 por ciento). Según las estimaciones, el nuevo sistema podría ahorrar hasta 20 por ciento de costos de electricidad; asimismo, el nuevo sistema ahorra dinero en la producción, porque utiliza menos electricidad, requiere menos mantenimiento, no necesita comprar HCFC-22 para volver a rellenar los sistemas, debido a las fugas durante la operación y utiliza refrigerantes naturales más baratos.

28. La capacitación adicional del personal técnico puede ser necesaria, de acuerdo con la experiencia cada vez mayor en la operación, el servicio y el mantenimiento del nuevo sistema de cascada; asimismo, los procedimientos del servicio se deberían desarrollar sobre la base de la experiencia adquirida con la operación del nuevo sistema. El CO<sub>2</sub> y el NH<sub>3</sub> requieren habilidades y conocimientos técnicos más avanzados para los instaladores y los técnicos que las necesarias con un sistema con HCFC-22. Un uso más amplio de esta tecnología en sistemas más pequeños requeriría un examen de la capacidad de los técnicos locales para manejar el CO<sub>2</sub> y el NH<sub>3</sub> y el tipo de reglamentaciones, normas y códigos de buenas prácticas que se aplicarían.

---

<sup>2</sup> NH<sub>3</sub> está en el sistema de alta temperatura y CO<sub>2</sub> está en el circuito de baja temperatura impulsado por bombas, mientras que CO<sub>2</sub> se usa como fluido de transferencia de calor (salmuera).

29. En su 76ª reunión, el Comité Ejecutivo aprobó el proyecto de demostración de compresores de tornillo semiherméticos con convertidor de frecuencia para equipos de refrigeración a base de amoníaco en la industria de refrigeración industrial y comercial en Fujian Snowman Co. Ltd., en China. El proyecto propuso establecer la adecuación de los aparatos de refrigeración a base de NH<sub>3</sub> con compresor de tornillo semihermético y convertidor de frecuencia al CO<sub>2</sub> como fluido secundario de transferencia de calor usado en pequeños y medianos sistemas de la refrigeración industrial y comercial. La línea de producción para los fabricantes de hielo y almacenamiento del hielo se modificaron para ejecutar el proyecto.

30. La demostración concluyó que el refrigerante con NH<sub>3</sub> tenía una presión de operación más baja que la del HCFC-22, requiriendo menos carga de refrigerante en el sistema de refrigeración con el NH<sub>3</sub>. En sistemas de refrigeración, el compresor de NH<sub>3</sub> puede sustituir el compresor de HCFC-22. El experimento probó que los compresores semiherméticos de NH<sub>3</sub> pueden utilizarse en almacenamiento frigorífico. El compresor semihermético mostrado y el sistema de refrigeración de NH<sub>3</sub> minimizaron la fuga del refrigerante de NH<sub>3</sub>, que es venenoso y ligeramente inflamable, con respecto al compresor del NH<sub>3</sub> de tipo abierto, mejorando así la seguridad de sistema de refrigeración. El PNUD, el organismo de ejecución de este proyecto, dijo además, que el sistema NH<sub>3</sub>/CO<sub>2</sub> ahora tiene un coeficiente de desempeño más alto, como resultado de un mejor diseño y características ecoenergéticas.

#### **Alternativas sin HCFC con bajo potencial de calentamiento atmosférico en refrigeración del sector pesquero**

31. En su 76ª reunión, el Comité Ejecutivo aprobó el proyecto de demostración en alternativas sin HCFC con bajo potencial de calentamiento atmosférico en refrigeración del sector pesquero, en Maldivas. El proyecto se aprobó para identificar tecnologías alternativas de los HCFC con bajo potencial de calentamiento atmosférico para el uso en equipos de refrigeración con una carga de 150 kilogramos a 200 kilogramos de refrigerante en el sector pesquero. Incluyó la conversión de los equipos de refrigeración con HCFC-22 en tres barcos pesqueros a tecnologías con bajo potencial de calentamiento atmosférico.

32. De acuerdo con los criterios antedichos y apoyado por un estudio documental, se descubrió que el R-448A sigue siendo el mejor refrigerante de mezcla de uso inmediato para sustituir el HCFC-22, usado en los sistemas de refrigeración seleccionados, en barcos pesqueros de Maldivas. El desempeño del refrigerante pareció adecuado para reacondicionar los sistemas sin afectar su desempeño y con limitada modificación del sistema, y el soporte técnico disponible para el reacondicionamiento de la fabricación del refrigerante era adecuado.

33. En lo que respecta a la evaluación técnica del R-448B (refrigerante A2L), el PNUD, el organismo de ejecución de este proyecto, mencionó que mientras se realizaba la evaluación, el sector pesquero era reacio a adoptar la sustancia, pues es un refrigerante ligeramente inflamable y potencialmente riesgoso de usar en barcos pesqueros.

34. Esencialmente el R-448A no es una alternativa con bajo potencial de calentamiento atmosférico del HCFC-22, pues tiene un potencial de calentamiento atmosférico de 1 386. Debido a su alto potencial de calentamiento atmosférico, es necesario hacer otras exploraciones para identificar opciones con bajo potencial de calentamiento atmosférico en el sector pesquero.

#### **Uso del R-290 en el sector de aire acondicionado comercial**

35. En su 75ª reunión, el Comité Ejecutivo aprobó el proyecto de demostración para el uso del propano (R-290) como refrigerante alternativo en la fabricación comercial de aparatos de aire acondicionado en Industrias Thermotar Ltda., en Colombia. El proyecto se aprobó para demostrar el uso seguro del R-290 como refrigerante con bajo potencial de calentamiento atmosférico en el sector de

fabricación de aparatos comerciales de aire acondicionado, con una gama entre 3,5 kilovatios (1 TR) y 17,5 kilovatios (5 TR).

36. El producto se modificó de la siguiente manera para utilizar el R-290 como refrigerante: reducción del diámetro del tubo del intercambiador de calor (condensador), reducción de la carga del refrigerante R-290, modificación de la estructura de metal (caja) de las unidades de condensación, modificación del manejo de la estructura de metal del aparato, e instalación del ciclo de evacuación. Asimismo, para la nueva línea de fabricación fueron necesarias medidas de seguridad.

37. Según los informes del proyecto de demostración, la empresa hizo pruebas comparativas relacionadas con el consumo de energía entre los equipos de R-410A y con R-290 (5 TR). Los equipos con R-290 consumen 15 por ciento menos de energía que los equipos con HCFC-22 y el 13 por ciento menos que los equipos con R-410A. Estos sistemas también proporcionaron el desempeño de enfriamiento requerido, según las condiciones climáticas locales. En la 88ª reunión, se informó que la empresa había podido fabricar y vender aproximadamente 28 aparatos con R-290, inclusive varios habían sido exportados en la región.

### **Tecnología de refrigeración con CO<sub>2</sub> transcrítico para supermercados**

38. En su 76ª reunión, el Comité Ejecutivo aprobó el proyecto de demostración para la introducción de tecnología de la refrigeración con CO<sub>2</sub> transcrítico para supermercados. El proyecto de demostración incluye la introducción de un sistema de refrigeración de CO<sub>2</sub> transcrítico en determinados supermercados de Argentina. La capacidad de refrigeración del nuevo sistema es 78,32 kilovatios (68,79 kilovatios para el circuito de temperatura media y 9,53 kilovatios para el circuito de baja temperatura), lo cual es ligeramente más pequeño que el sistema original de 82,14 kilovatios (72,09 kilovatios para los armarios de presentación y las cámaras frigoríficas de temperatura positiva del HCFC-22 y 10,05 kilovatios para las cámaras frigoríficas y los armarios de baja temperatura con R-404A).

39. El sistema de refrigeración con CO<sub>2</sub> transcrítico es técnicamente viable para los usos de supermercados en condiciones climáticas similares a las de Argentina y donde se dispone local o internacionalmente de todos los componentes usados en el sistema, a un precio razonable. De acuerdo con la experiencia industrial y la literatura técnica, la inversión inicial de un sistema de refrigeración con CO<sub>2</sub> transcrítico es más alta que la de un sistema con HFC, debido a la alta presión que exige una tubería más fuerte y una mejor soldadura durante la instalación; en los precios actuales, la inversión de un sistema similar con R-404A es un 20 por ciento más baja que un sistema con CO<sub>2</sub> transcrítico y el 10-13 por ciento más baja, si se usa un sistema de HFC/glicol.

40. El consumo de electricidad del sistema con CO<sub>2</sub> transcrítico fue 27,64 por ciento más bajo que el sistema con HCFC-22/R-404A basado en medidas tomadas durante un período de 11 meses. De acuerdo con la información del informe final, el costo más alto de la inversión inicial puede compensarse dentro de un período razonable con los ahorros en la reducción del consumo de electricidad y la posible reducción de fugas del refrigerante durante la operación.



### Anexo III

#### **ELEMENTOS ADICIONALES PARA CONDICIONES DE UN POSIBLE MARCO PARA LOS PROYECTOS DE DEMOSTRACIÓN**

1. En su 86ª reunión, el Comité Ejecutivo aprobó el mandato para el estudio documental de evaluación de los "Proyectos de demostración para las alternativas con bajo potencial de calentamiento atmosférico de los HCFC." Una de las tareas incluidas en el mandato es actualizar el Anexo III del documento "Panorama de proyectos de demostración de los HCFC aprobados y opciones para proyectos adicionales que demuestren tecnologías alternativas inocuas al clima y ecoenergéticas de los HCFC (decisión 71/51 a)). "
2. Los criterios generales identificados a continuación están actualizados, basados en los resultados de este estudio documental. Estos resultados pueden proporcionar valiosas lecciones que se incluirán en los futuros proyectos de demostración que se puedan emprender como parte de los planes de aplicación de Kigali. Pueden contribuir a mejorar el diseño y la utilidad de los futuros proyectos de demostración, los cuales tendrían en cuenta las lecciones aprendidas provenientes de este estudio documental.

#### *Criterios generales para el diseño y la ejecución de proyectos de demostración*

3. En el sector de fabricación, para ser considerado como proyecto de demostración, una propuesta de proyecto debería ofrecer mejoras significativas a la comprensión actual de una tecnología alternativa (opciones con más bajo potencial de calentamiento atmosférico) o de su uso.
4. El foco debería estar en demostrar opciones con cero o con casi cero potenciales de calentamiento atmosférico para evitar una doble conversión en el futuro, donde la tecnología inicialmente demostrada pueda más ser más capaz de lograr las metas de cumplimiento para la reducción de los HFC.
5. Los proyectos de demostración deberían poder probar condiciones bajo las cuales la tecnología comprobada puede adoptarse en países/regiones en el plazo de unos tres a cinco años desde la aprobación, con el potencial de utilizarse en varias actividades.
6. Estas condiciones podían incluir, entre otras cosas, viabilidad técnica, disponibilidad comercial, conformidad con normas de seguridad, posibles ganancias de eficiencia energética, aceptación del mercado y otros aspectos importantes, como requisitos de mantenimiento posteriores a la instalación. Es importante que una evaluación completa cubra todos estos factores para que al seleccionar la tecnología los países tomen una decisión bien informada.
7. Dado que para los proyectos es esencial un breve periodo de tiempo para su ejecución, se debería identificar una empresa admisible. Esta empresa se debería comprometer a convertir su proceso de fabricación a la nueva tecnología y dejar de usar la sustancia con alto potencial de calentamiento atmosférico. Asimismo, los criterios deberían incluir una sólida garantía de presentación de informes en fecha con los resultados y conclusiones, para que estos puedan servir para tomar decisiones en tiempo real.
8. Además, el tiempo para la ejecución del proyecto debería limitarse a tres años, excepto en casos convenidos de otro modo cuando se apruebe el proyecto. Sin embargo, se podría asignar tiempo adicional si los resultados iniciales de la prueba sugieren la necesidad de otros ensayos para demostrar la viabilidad técnica o la optimización de la tecnología para reducir costos o mejorar la aceptación del mercado.

9. Para los futuros proyectos de demostración, el plan de comunicación y difusión debería incluir un protocolo de comunicación habitual donde los resultados provisionales que emanan de los proyectos de demostración se comparten con las partes interesadas pertinentes, sin esperar a compartir la información sólo cuando el proyecto haya concluido.

Anexo IV

MATRIZ DE EVALUACIÓN

Criterios y preguntas clave de evaluación	Subpreguntas (basado en el documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/86/12/Rev.1)	Indicadores	Recopilación de datos: herramientas/métodos, informantes clave/limitaciones
<b>Relevancia del proyecto</b>			
<p>¿Los objetivos del proyecto fueron consecuentes con la decisión del Comité Ejecutivo?</p> <p>¿Cuál ha sido el valor general de los proyectos de demostración para la eliminación de los HCFC y la futura reducción de los HFC?</p>	<p>¿De qué manera el diseño del proyecto concibió los resultados de la demostración que podrían caracterizar a proyectos similares bajo el plan de gestión de eliminación de HCFC?</p> <p>¿De qué modo el proyecto contribuyó al cumplimiento general del país con el Protocolo de Montreal y al reemplazo sostenible de la tecnología con HCFC por tecnología alternativa con bajo potencial de calentamiento atmosférico?</p> <p>¿Qué necesidad hubo para hacer este proyecto? ¿Cómo se identificó? ¿Cuáles eran las condiciones locales, regionales e internacionales del sector que implicaron que este proyecto podría ejecutarse satisfactoriamente y servir como demostración eficaz de la tecnología para otras empresas?</p> <p>¿Cuáles son las lecciones y dificultades principales creadas por la selección de la tecnología y su transición?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resultados del proyecto</li> <li>• Situación existente del uso de la tecnología cuando se diseña el proyecto</li> <li>• Criterios para seleccionar las tecnologías y evaluar su desempeño</li> <li>• Potencial de calentamiento atmosférico e impacto en las PAO de determinadas tecnologías</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio documental de la documentación del proyecto, incluido las propuestas, las evaluaciones, los informes sobre la marcha de las actividades, el informe de terminación del proyecto, las fichas de datos y los informes finales</li> <li>• Documentos del Fondo Multilateral, incluido la decisión 55/43 y los documentos 55/47, 72/40, 73/8, 74/9, 75/9, 80/10, 82/11, 82/12, 84/11, 88/10, y 89/10</li> </ul>
<p>¿El diseño del proyecto fue adecuado para alcanzar las metas previstas en la demostración de tecnologías?</p>	<p>¿El grupo de actividades seleccionadas durante el diseño de proyecto fueron conducentes para terminar la demostración de manera exitosa? ¿Qué actividades fueron innecesarias y qué actividades necesarias no se incluyeron?</p> <p>¿Cuáles fueron las instituciones responsables de la gestión y la coordinación del proyecto? ¿Hubo cambios en la gestión (es decir, estructura y composición) durante la duración del proyecto y de qué manera esto afectó su ejecución? ¿Cuál fue la función de la dependencia nacional del ozono?</p> <p>¿Retrospectivamente, qué elementos adicionales necesitarían tomarse en consideración al diseñar proyectos de demostración para tecnología</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informes de situación y de proyectos con requisitos específicos de información (Documentos de reuniones del Comité Ejecutivo 62/09, 63/15, 65/12, 66/17, 67/06, 72/11, 73/17, 76/10, 81/10, 83/11, 84/22, 85/09)</li> <li>• Cuestionarios y, cuando sea necesario para complementar la información, entrevistas remotas con los organismos de ejecución</li> </ul>

Criterios y preguntas clave de evaluación	Subpreguntas (basado en el documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/86/12/Rev.1)	Indicadores	Recopilación de datos: herramientas/métodos, informantes clave/limitaciones
	con bajo potencial de calentamiento atmosférico en el futuro, a fin de asegurar su éxito e influencia en la adopción más amplia de la tecnología seleccionada?		
<b>Eficacia de los proyectos de demostración</b>			
¿Los proyectos de demostración alcanzaron eficazmente los objetivos para los cuales fueron concebidos?	<p>¿En qué medida el proyecto influyó la estrategia determinada y la selección de la tecnología en el plan de gestión de eliminación de HCFC?</p> <p>¿La demostración tuvo resultados positivos y/o negativos no previstos durante el diseño del proyecto? ¿El proyecto tuvo efectos sobre las políticas más amplias y otras empresas en el uso de nuevas alternativas con bajo potencial de calentamiento atmosférico?</p> <p>¿Cuáles son las tecnologías prometedoras que tuvieron resultados positivos en la demostración? ¿Cuáles son las tecnologías que no cumplieron con los requisitos de desempeño para los usos específicos?</p> <p>¿Qué rediseño e instalación de línea de fabricación se necesitó eventualmente para este proyecto?</p> <p>Si hubo aspectos de derechos de propiedad intelectual implicados, ¿cuáles fueron y cómo se resolvieron? ¿Qué medidas se tomaron para asegurar que los resultados del proyecto estaban ampliamente disponibles, considerando las preocupaciones sobre la propiedad intelectual, si procede?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inclusión de tecnologías exitosas en los planes de gestión de eliminación de los HCFC</li> <li>• Nivel de adopción de tecnologías en el sector/región</li> <li>• Inclusión de detalles del desempeño de la tecnología en los documentos del proyecto</li> <li>• Desempeño de la tecnología en diferentes aplicaciones</li> <li>• Gastos adicionales de capital y gastos adicionales de explotación de la adopción de la tecnología</li> <li>• Características técnicas de tecnologías para aplicaciones específicas</li> </ul>	<p>Estudio documental de la documentación del Fondo Multilateral (todos los proyectos):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informe sobre la marcha de las actividades, informe final, fichas de datos e informes de terminación de proyectos</li> <li>• Plan de gestión de eliminación de los HCFC, específico a un país</li> <li>• Comentarios de los organismos de ejecución mediante cuestionarios y/o entrevistas remotas</li> </ul>
¿Los proyectos acabaron dentro de la duración especificada?	¿Se asignó el calendario durante el diseño de proyecto con suficiente tiempo para terminar todas las actividades relacionadas con la demostración? Si no, ¿cómo podría haberse determinado mejor el calendario de ejecución?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Duración planeada comparado con duración real</li> </ul>	Estudio documental de informes de terminación de proyecto

Criterios y preguntas clave de evaluación	Subpreguntas (basado en el documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/86/12/Rev.1)	Indicadores	Recopilación de datos: herramientas/métodos, informantes clave/limitaciones
¿Incluyó el proyecto la ayuda institucional en el diseño y la utilizó durante la etapa de ejecución?	<p>¿Cuáles fueron los mecanismos aplicados para coordinar con las partes interesadas clave relacionadas con el proyecto (por ej., las asociaciones de la industria, la sociedad civil, las autoridades técnicas y de normas), y cómo se logró? Si en el proyecto fue necesario implicar nuevas instituciones especializadas, ¿cómo se establecieron los mecanismos de coordinación y difusión con estas instituciones (e.g., autoridades de las normas de seguridad, normas de la eficacia energética y autoridades de normas y pruebas)?</p> <p>¿De qué modo se consultó a las asociaciones profesionales (las asociaciones de fabricantes de espumas, de equipos de refrigeración y aire acondicionado) en la fase del diseño de proyecto y de qué manera se incorporaron sus aportes?</p> <p>¿Cuáles fueron las principales dificultades institucionales con las que se enfrentaron al asegurar la terminación en fecha y efectiva del proyecto de demostración, si las hubo? ¿Cómo se abordaron estas dificultades?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Duración planeada comparado con duración real</li> <li>• Participación de las partes interesadas</li> <li>• Dificultades y factores de éxito</li> </ul>	<p>Estudio documental de las propuestas de proyecto, fichas de evaluaciones, por parte de la Secretaría del Fondo Multilateral, informes finales, y comentarios de los organismos internacionales en los cuestionarios y/o entrevistas remotas</p>
<b>Eficiencia del financiamiento</b>			
¿Estos proyectos son financieramente eficaces?	<p>¿Los gastos adicionales de capital y de explotación estuvieron bien estimados en el diseño de proyecto? ¿Hubo problemas de financiamiento durante la ejecución de proyecto? ¿La financiación fue adecuada? Si no lo fue, ¿cuáles fueron las razones de la financiación inadecuada y las varianzas?</p> <p>Si hubo diferencias entre el financiamiento planeado y el requerido, ¿cuáles fueron las razones de estas diferencias? Si no hubo diferencias, describa cómo se determinó que la financiación fue suficiente. ¿Hubo componentes que no se financiaron adecuadamente?, y de ser así explique la razón. En caso de que el país necesitase políticas y reglamentaciones para introducir la tecnología demostrada, ¿el presupuesto del proyecto asignó los fondos para esta actividad?</p> <p>¿Qué las modalidades que cofinanciamiento se contemplaron, incluyendo los detalles de los componentes específicos que se</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gastos adicionales de capital y de explotación proyectados</li> <li>• Presupuesto del proyecto y uso real del financiamiento</li> <li>• Detalles de cofinanciamiento (fuentes y valores)</li> </ul>	<p>Estudio documental: documento de diseño de proyectos, informe sobre la marcha de las actividades e informes finales del proyecto</p> <p>Limitaciones: numerosos proyectos no incluyeron información detallada en los informes finales del proyecto relativos a la cofinanciación</p>

Criterios y preguntas clave de evaluación	Subpreguntas (basado en el documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/86/12/Rev.1)	Indicadores	Recopilación de datos: herramientas/métodos, informantes clave/limitaciones
	<p>cofinanciaron? ¿Cuáles fueron las fuentes de cofinanciamiento y la proporción de los componentes cofinanciados (e.g., financiamiento de fuentes que no son el Fondo Multilateral, recursos internos en la empresa)? Si hubo cofinanciación, ¿qué formas específicas tuvo (e.g., préstamos, financiación en condiciones favorables)?</p> <p>¿Qué dificultades hubo para la obtención de la cofinanciación? ¿Cómo se abordaron estas dificultades?</p> <p>¿Cuáles fueron los incentivos financieros obtenidos provenientes del gobierno para ejecutar el proyecto, si los hubo?</p>		
<b>Impacto de los proyectos</b>			
<p>¿Pudieron los proyectos de demostración influenciar la formulación de políticas conducentes a una adopción más amplia de tecnologías?</p>	<p>¿Cuáles fueron los cambios necesarios en las políticas existentes y el marco reglamentario, para ejecutar el proyecto, si los hubo? ¿Cuánto tiempo tomó hacer estos cambios? ¿Se introdujeron normas para facilitar la absorción de esta tecnología, como seguridad, eficiencia energética, etc.?</p> <p>¿Cuáles fueron las principales dificultades de políticas y reglamentaciones con las que se enfrentaron al asegurar la realización en fecha y efectiva del proyecto de demostración, si las hubo? ¿Cómo se abordaron estas dificultades?</p> <p>¿Qué medidas legales se planearon /diseñaron para asegurar la sostenibilidad al replicar la tecnología demostrada?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Políticas y reglamentaciones requeridas para la adopción de la tecnología</li> <li>• Eficiencia energética y normas de seguridad</li> </ul>	<p>Estudio documental de los informes finales y de terminación del proyecto</p>
<p>¿Pueden los proyectos de demostración influenciar la formulación de políticas conducentes a una adopción más amplia de tecnologías?</p>	<p>¿Cuáles fueron los impactos estimados en las reducciones de emisión directa de gases de efecto invernadero y otras consecuencias para el medio ambiente identificadas durante el diseño del proyecto y cómo se abordaron durante la ejecución?</p> <p>¿Cuáles fueron los beneficios logrados con este proyecto, además de la demostración de la tecnología con bajo potencial de calentamiento atmosférico (e.g., beneficios para el sector de salud, mejoras de las</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción potencial de PAO en la propuesta de proyecto y las fichas de datos</li> <li>• Reducción potencial de emisiones de gases con efecto invernadero en la propuesta de proyecto y las fichas de datos</li> </ul>	<p>Estudio documental: documentos de diseño del proyecto, informes de terminación de proyecto, fichas de datos, informes finales del proyecto y cuestionarios para los organismos de ejecución</p>

Criterios y preguntas clave de evaluación	Subpreguntas (basado en el documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/86/12/Rev.1)	Indicadores	Recopilación de datos: herramientas/métodos, informantes clave/limitaciones
	normas referentes a una tecnología específica)?  ¿Cuál es la reducción de PAO prevista de los proyectos de demostración?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentación de información sobre otros aspectos incluido eficiencia energética, salud, normas y cuestiones ambientales</li> </ul>	
¿Pudieron los proyectos proporcionar la asistencia técnica requerida para operar nuevas tecnologías?	<p>¿Cuáles fueron las necesidades de asistencia técnica durante la ejecución y cómo se satisficieron (e.g., capacitación del personal técnico, formación de expertos nacionales, auditorías ambientales y de seguridad de las instalaciones)?</p> <p>¿Cómo se planearon y llevaron a cabo los talleres de capacitación? ¿Dónde tuvo lugar la capacitación? ¿Qué indicadores se utilizaron para medir el éxito de la capacitación?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividades de capacitación informadas por los organismos de ejecución</li> <li>• No se definió ningún indicador específico aparte de la referencia a las sesiones de capacitación incluidas en los informes</li> </ul>	Estudio documental: documentos de diseño del proyecto, informes de terminación de proyecto, fichas de datos, informes finales del proyecto y cuestionarios y entrevistas con los organismos de ejecución
<b>Sostenibilidad y capacidad de replicación de los logros alcanzados</b>			
¿Fueron estos proyectos diseñados y ejecutados para tener resultados sostenibles a largo plazo (es decir, alcanzar la eliminación de los HCFC con el uso de las alternativas de los HCFC con bajo potencial de calentamiento atmosférico)?	<p>¿Los resultados obtenidos estuvieron de acuerdo con los objetivos del proyecto?</p> <p>¿Cómo fue la sostenibilidad del proyecto de demostración (es decir, adopción de la tecnología) y cómo se tuvieron en cuenta sus logros en el país/la región al diseñar el proyecto?</p> <p>¿Cuáles son los factores relacionados con el diseño y la ejecución de la tecnología/ procesos del proyecto que podrían replicarse? ¿Qué aspectos del proyecto que se esperaba replicar no se pudieron replicar y por qué razón?</p> <p>¿Se exploraron soluciones para utilizar la financiación interna de la empresa para asegurar la sostenibilidad? ¿Hay ejemplos de capacidad de replicación basados en los resultados del proyecto?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividades incluidas en la propuesta de proyecto para sostenibilidad y replicación</li> <li>• Marco de supervisión para evaluar la demostración tecnológica</li> <li>• Enlaces entre los proyectos de demostración y los planes de gestión de eliminación de los HCFC</li> </ul>	<p>Estudio documental: documentos de diseño del proyecto, informes de terminación de proyecto, fichas de datos, informes finales del proyecto, planes de gestión del país para la eliminación de los HCFC y “Estudio teórico para la evaluación de la sostenibilidad de los logros del Protocolo de Montreal,” documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/84/12</p> <p>Limitaciones: ningún seguimiento sistemático incluido en el diseño del proyecto para evaluar la sostenibilidad de los logros después de terminado el proyecto; ninguna información consecuente</p>

Criterios y preguntas clave de evaluación	Subpreguntas (basado en el documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/86/12/Rev.1)	Indicadores	Recopilación de datos: herramientas/métodos, informantes clave/limitaciones
	<p>¿Hubo mecanismos o incentivos de seguimiento para rastrear la sostenibilidad de estos proyectos? Si es así ¿cómo se logró?</p> <p>Al completar el proyecto de demostración, ¿cuáles fueron las principales dificultades enfrentadas para alcanzar una adopción más amplia de la tecnología seleccionada con bajo potencial de calentamiento atmosférico después del proyecto de demostración? ¿En qué medida esas dificultades se abordaron a través de los planes de gestión de eliminación de HCFC, y la tecnología adoptada en el país? ¿Algunas de estas dificultades podrían abordarse mediante un diseño diferente del proyecto de demostración, o están fuera del alcance del proyecto de demostración?</p> <p>Una vez que el beneficiario adoptó la tecnología, ¿cómo se evaluaron los diversos aspectos de la tecnología (es decir, desempeño, seguridad, impacto ambiental, dificultad de uso en la fabricación, capacidad de uso para el usuario final)? ¿El proyecto incluyó evaluaciones independientes y siguió las metodologías normalizadas de la industria para estas evaluaciones?</p>		<p>disponible para que los proyectos deduzcan los resultados de sostenibilidad en su totalidad</p>
<p>¿De qué modo se asociaron los planes de comunicación a estos proyectos para difundir los conocimientos sobre los resultados?</p>	<p>¿Qué herramientas y plataformas de comunicación se utilizaron para difundir los resultados del proyecto (e.g., información sobre disponibilidad y características específicas de uso de la nueva alternativa; diseño de ingeniería del producto y proceso de fabricación; desarrollo y pruebas del producto; adopción por parte del consumidor del producto y reacciones sobre su desempeño; conferencias para el lanzamiento del producto incluyendo la participación de las asociaciones industriales en el ámbito nacional y regional; impacto ambiental de la adopción del producto) a las partes interesadas en el ámbito nacional y regional?</p> <p>En caso de que más de una empresa estuviese implicada en el proyecto (e.g., en el sector de servicios), ¿cómo se comunicaron el diseño y el plan de ejecución del proyecto a las diversas partes interesadas para</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programas y actividades (diseñados y ejecutados) para divulgación de conocimientos</li> <li>• Presupuesto y asignación de recursos</li> <li>• Resultado final de las actividades de comunicación</li> <li>• Dificultades destacadas en los documentos del proyecto</li> </ul>	<p>Estudio documental: documentos del diseño de proyecto, informes de terminación de proyectos, fichas de datos, informes finales y cuestionarios para los organismos de ejecución</p>



Criterios y preguntas clave de evaluación	Subpreguntas (basado en el documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/86/12/Rev.1)	Indicadores	Recopilación de datos: herramientas/métodos, informantes clave/limitaciones
	<p>asegurar su colaboración y una ejecución sin inconvenientes?</p> <p>¿Cuáles fueron las dificultades encontradas en las lecciones aprendidas de comunicación a partir de esta experiencia?</p> <p>¿Fueron útiles los resultados de los esfuerzos de comunicación para influenciar la adopción de normas y alentar la adopción de tecnologías y metodologías demostradas nacional, regional y mundialmente?</p>		
¿Pudieron los proyectos proporcionar la asistencia técnica requerida para operar nuevas tecnologías?	<p>¿Cuáles eran las necesidades de asistencia técnica durante la ejecución y cómo se satisficieron (e.g., capacitación del personal técnico, formación de expertos nacionales, auditorías ambientales y de seguridad de las instalaciones)?</p> <p>¿Cómo se planearon y llevaron a cabo los talleres de capacitación? ¿Dónde tuvo lugar la capacitación? ¿Qué indicadores se utilizaron para medir el éxito de la capacitación?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividades de capacitación informadas por los organismos de ejecución</li> <li>• No se definió un indicador específico excepto el relativo a las sesiones de capacitación incluidas en los informes</li> </ul>	Estudio documental: documentos del diseño de proyecto, informes de terminación de proyectos, fichas de datos, informes finales y cuestionarios y entrevistas con los organismos de ejecución
¿De qué manera se replicaron estos proyectos en el sector/la región, basado en el resultado exitoso de la demostración?	<p>¿Qué amplitud tiene la adopción de estas tecnologías después de haber logrado una demostración exitosa?</p> <p>¿Cuáles son las cuestiones típicas que afectan un uso más amplio de estas tecnologías?</p> <p>¿Los operadores y los técnicos de las fábricas convertidas, o los responsables del equipo de mantenimiento que utilizan la nueva tecnología, debieron tener una licencia o una acreditación específica? ¿De qué manera se les proporcionó?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adopción real de las tecnologías exitosas en el sector/la región</li> </ul>	
<b>Incorporación de la perspectiva de género</b>			
Incorporación de la perspectiva de género en el diseño y la ejecución del	¿De qué manera el diseño del proyecto tomó en consideración los elementos de la integración de la perspectiva de género? ¿Qué indicadores se identificaron para medir la integración de la política de	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inclusión/no inclusión de elementos de género en el diseño del</li> </ul>	Estudio documental: documentos del diseño de proyecto, informes de terminación de proyectos,

<b>Criterios y preguntas clave de evaluación</b>	<b>Subpreguntas (basado en el documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/86/12/Rev.1)</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Recopilación de datos: herramientas/métodos, informantes clave/limitaciones</b>
proyecto	género?  ¿Qué impacto tuvo el proyecto en los parámetros de la integración de la perspectiva de género y la sostenibilidad de dicha integración en el sector/la industria?	proyecto  • Marco de supervisión para informar sobre las cuestiones de género  • Consideración de la dimensión de género durante la ejecución	fichas de datos, informes finales y cuestionarios y entrevistas con los organismos de ejecución  Limitación: los proyectos de demostración se aprobaron antes de la aplicación de la política sobre la incorporación de la perspectiva del género del Fondo Multilateral. La información disponible es limitada.

**Anexo V**

**LISTA DE LOS DOCUMENTOS EXAMINADOS**

<b>Fuente/Número del documento</b>	<b>Título/Descripción</b>
<b>Documentos de Comité Ejecutivo</b>	
UNEP/OzL.Pro/ExCom/55/47	Análisis revisado de las consideraciones de costos pertinentes respecto de la financiación de la eliminación de los HCFC (decisiones 53/37 i) y 54/40)
UNEP/OzL.Pro/ExCom/72/40	Reseña de los proyectos aprobados de demostración de HCFC y opciones para varios proyectos adicionales con el fin de demostrar tecnologías alternativas a los HCFC, inocuas para el clima y de alto rendimiento energético (decisión 71/51 a))
UNEP/OzL.Pro/ExCom/73/8	Estudio teórico sobre la evaluación de los proyectos de eliminación de los HCFC en el sector productor de espumas
UNEP/OzL.Pro/ExCom/62/9 UNEP/OzL.Pro/ExCom/63/15 UNEP/OzL.Pro/ExCom/65/12 UNEP/OzL.Pro/ExCom/66/17 UNEP/OzL.Pro/ExCom/67/06 UNEP/OzL.Pro/ExCom/72/11 UNEP/OzL.Pro/ExCom/73/17 UNEP/OzL.Pro/ExCom/76/10 UNEP/OzL.Pro/ExCom/81/10 UNEP/OzL.Pro/ExCom/83/11 UNEP/OzL.Pro/ExCom/84/22 UNEP/OzL.Pro/ExCom/85/9	Informe sobre la ejecución de proyectos aprobados con requisitos específicos de presentación de informes
UNEP/OzL.Pro/ExCom/75/9	Estudio teórico sobre la evaluación de los proyectos de eliminación de los HCFC en el sector de fabricación de equipos de aire acondicionado y refrigeración
UNEP/OzL.Pro/ExCom/82/11	Informe final de la evaluación del sector de servicio y mantenimiento de refrigeración
UNEP/OzL.Pro/ExCom/84/12	Estudio teórico para la evaluación de la sostenibilidad de los logros del Protocolo de Montreal
UNEP/OzL.Pro/ExCom/89/10	Análisis de los costos adicionales y su duración y de la eficacia de los costos de todos los proyectos de inversión aprobados en los sectores y subsectores de fabricación pertinentes (decisión 84/87 a))
Documentos internos de proyectos específicos de la Secretaría del Fondo Multilateral	Para cada proyecto de demostración: presentación del proyecto por los organismos, propuesta de proyecto y hoja de evaluación presentados al Comité Ejecutivo, informe sobre la marcha de las actividades, informe sobre terminación de proyecto, ficha de datos, informe final del proyecto, observaciones de la Secretaría del Fondo Multilateral sobre el informe final del proyecto, informes de situación e informes sobre proyectos con requisitos específicos de presentación de informes
Respuestas escritas a los cuestionarios	Los organismos de ejecución llenaron los cuestionarios preparados por este estudio documental y también tuvieron conversaciones complementarias con el consultor cuando fue necesario
<b>Informe del Grupo de Expertos de Evaluación Técnica y Económica</b>	
Informe del Grupo de Expertos de Evaluación Técnica y Económica, mayo de 2021	Tomo 4: Decisión XXXI/7 – Prestación continua de información sobre tecnologías con eficiencia energética y bajo potencial de calentamiento atmosférico
RTOC 2018	Informe de refrigeración, aire acondicionado y bombas de calor. 2018, Comité

<b>Fuente/Número del documento</b>	<b>Título/Descripción</b>
<b>Documentos de Comité Ejecutivo</b>	
	de Opciones Técnicas. <a href="https://ozone.unep.org/sites/default/files/2019-04/RTOC-assessment-report-2018_0.pdf">https://ozone.unep.org/sites/default/files/2019-04/RTOC-assessment-report-2018_0.pdf</a>