



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

Distr.
GENERAL

UNEP/OzL.Pro/ExCom/86/91
12 de junio de 2021

ESPAÑOL
ORIGINAL: INGLÉS

COMITÉ EJECUTIVO DEL FONDO MULTILATERAL
PARA LA APLICACIÓN DEL
PROTOCOLO DE MONTREAL
Octogésima sexta Reunión
Montreal, 2 – 6 de noviembre de 2020
Pospuesta: 8 – 12 de marzo de 2021¹

**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))**

Antecedentes

1. En el marco del desarrollo de parámetros de costos para la reducción de HFC en países del artículo 5, el Comité Ejecutivo resolvió, respecto de los sobrecostos para el sector de consumo manufacturero, estipular las categorías de costos determinadas en la decisión XXVIII/2 de las Partes e incluirlas en la propuesta de plantilla sobre parámetros de los costos de reducir los HFC. A través de la decisión 78/3 f), el Comité Ejecutivo estableció como admisibles las siguientes categorías de costos:

- a) Sobrecostos de capital (SDC);
- b) Sobrecostos de operación (SDO), por un plazo a determinar por el Comité Ejecutivo;
- c) Actividades de asistencia técnica;
- d) Actividades de investigación y desarrollo, cuando sean necesarias para adaptar y optimizar alternativas de bajo o cero potencial de calentamiento atmosférico (PCA) a los HFC;
- e) Costos de patentes y diseños y sobrecostos de derechos de explotación, cuando sean necesarios y de costo eficiente; y
- f) Costos de la correcta introducción de alternativas inflamables y tóxicas.

¹ Debido al coronavirus (COVID-19)

2. En la 78ª reunión, el Comité Ejecutivo decidió además considerar la aprobación de un conjunto acotado de proyectos relativos a HFC en el sector manufacturero² a objeto de adquirir experiencia en materia de sobrecostos de capital y operación relativos a la reducción gradual de HFC en países del artículo 5 (decisión 78/3 g)).³ El Comité Ejecutivo decidió asimismo definir los criterios adicionales que dichos proyectos debían cumplir y, luego de la primera reunión de 2019, evaluar periódicamente otros proyectos autónomos de inversión (decisión 79/45).

3. En la 84ª reunión, el Comité Ejecutivo, entre otras cosas:

- a) Decidió considerar propuestas para proyectos autónomos de inversión relativos a los HFCs hasta la 87ª reunión, conforme a lo establecido en las decisiones 78/3 g), 79/45 y 81/53, dando prioridad a proyectos en los sectores de climatización fija y refrigeración comercial y vehicular (decisión 84/53); y
- b) Solicitó a la Secretaría presentar a la 86ª reunión un documento de análisis e información en formato tabla, con información de carácter acumulativo, sobre los sobrecostos de capital y operación y sus plazos y la relación costo-beneficio de todos los proyectos de inversión aprobados en los respectivos sectores y subsectores manufactureros, incluyendo las sustancias controladas eliminadas y las alternativas introducidas (decisión 84/87 a)).

Alcance del documento

4. Conforme a lo dispuesto en la decisión 84/87 a), la Secretaría presenta a la 86ª reunión el documento solicitado.

5. El presente documento analiza las políticas y prácticas relativas a sobrecostos y umbrales costo-beneficio vigentes en el Fondo Multilateral; analiza además los sobrecostos de capital y operación y sus plazos y la relación costo-beneficio de los proyectos aprobados en los respectivos sectores y subsectores manufactureros, incluyendo las sustancias controladas eliminadas y las alternativas introducidas, y termina con la respectiva recomendación.

ANÁLISIS DE POLÍTICAS Y PRÁCTICAS

Antecedentes

6. El documento *Información pertinente al desarrollo de parámetros de costos para la reducción de HFC en países del artículo 5: Propuesta de criterios de financiamiento*⁴ contiene un detallado análisis de las políticas y prácticas relativas a sobrecostos y umbrales costo-beneficio utilizados en el marco del Fondo Multilateral. La presente sección expone un resumen de los aspectos de dicha discusión más relevantes a los fines del presente documento.

² En el entendido de que todo país del artículo 5 que presente una propuesta de proyecto deberá haber ratificado la Enmienda de Kigali o presentado una nota formal señalando su intención de ratificarla; de que no habrá más financiamiento disponible hasta que el instrumento de ratificación haya sido recibido por el depositario en la Sede de Naciones Unidas en Nueva York, y de que toda reducción en el consumo de HFC se descontará del punto de partida.

³ Considerar la aprobación de un conjunto acotado de proyectos relativos a los HFC en el sector manufacturero, sin perjuicio de la tecnología a utilizar, a más tardar en la primera reunión de 2019, a fin de que el Comité adquiriera experiencia en materia de los sobrecostos de capital y operación relativos a la reducción gradual de HFC en países del artículo 5, en el entendido de que todo país del artículo 5 que presente un proyecto deberá haber ratificado la Enmienda de Kigali o presentado una nota formal señalando su intención de ratificarla; de que no habrá más financiamiento disponible hasta que el instrumento de ratificación haya sido recibido por el depositario en la Sede de Naciones Unidas en Nueva York, y de que toda reducción en el consumo de HFC se descontará del punto de partida.

⁴ Párrafos 44 a 87 del documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/78/5.

7. A principios de 1995 se establecieron umbrales costo-beneficio que permitieran fijar prioridades para la aprobación de proyectos de inversión, dado que el financiamiento que solicitaban los proyectos presentados superaba el nivel de recursos disponibles a ese entonces en el Fondo Multilateral. Esto hizo posible distribuir los recursos de forma más equitativa entre los distintos sectores, incluir a todos los países del artículo 5, y no dejar a ningún sector desprovisto de asistencia económica.⁵

8. La Secretaría determina los sobrecostos⁶ sobre la base de, entre otros factores, la admisibilidad de la empresa y de las líneas de fabricación, los equipos de base de la empresa, el volumen de productos fabricados, el volumen de sustancias controladas y otras materias primas utilizadas, y las actualizaciones técnicas⁷ y tecnologías alternativas seleccionadas. Una vez resueltos de forma satisfactoria todos los aspectos técnicos y de costos y alcanzado un acuerdo sobre los sobrecostos entre la Secretaría y los respectivos organismos bilaterales y de ejecución, la relación costo-beneficio de cada proyecto se calcula dividiendo el financiamiento acordado por el volumen total de sustancias controladas a eliminar. En el caso de empresas con participación de capitales no acogidos al artículo 5, el financiamiento acordado se ajusta descontando la propiedad extranjera de manera proporcional.⁸ Cuando la empresa exporta parte de su producción a países no acogidos al artículo 5, el financiamiento convenido también se puede ajustar según el porcentaje exportado del total.⁹ Dado que el volumen total de sustancias controladas que use la empresa se computa como eliminación (independientemente del porcentaje de propiedad nacional), el valor costo-beneficio “ajustado” del proyecto será menor (en cifras absolutas) que si la empresa fuese enteramente de propiedad nacional.

9. En la 55ª reunión, realizada en julio de 2008, la Secretaría elaboró un análisis revisado de las consideraciones de costos sobre el financiamiento de la eliminación de HCFC (decisiones 53/37 i) y 54/40),¹⁰ documento que los organismos bilaterales y de ejecución utilizaron como referencia para la elaboración de proyectos de eliminación de HCFC en los sectores espuma, refrigeración y climatización.¹¹ En particular:

- a) El Anexo III contiene detalles sobre los equipos necesarios y una estimación de los sobrecostos de capital y operación para la conversión de HCFC a varias alternativas (hidrocarburos (HC), HFC-245fa, formiato de metilo y al agua) en diversas aplicaciones de espuma de poliuretano (paneles, espumas para tubos dobles, recipientes térmicos, refrigeradores residenciales, espuma proyectada, bloques de espuma discontinua, piel integral), incluyendo distintas capacidades de planta; y
- b) El Anexo IV entrega consideraciones técnicas para el reemplazo de HCFC-22 en el sector refrigeración y climatización por diversas alternativas (R-410A, R-407C, R-404A, HFC-134a y R-290) y una estimación general de los sobrecostos de capital y operación para la conversión de plantas fabricantes de climatizadores unitarios y tipo mini-split, climatizadores comerciales e integrados con ductos, y enfriadores y otras máquinas de refrigeración comercial (equipos autónomos, congeladores autónomos de dimensiones comerciales, máquinas expendedoras de bebidas, equipos de condensación).

10. La Secretaría analizó los proyectos de inversión para eliminación de HCFC (tanto los autónomos como los que forman parte de un PGEH) en el sector de espuma y refrigeración comercial sobre la base

⁵ UNEP/OzL.Pro/ExCom/58/47.

⁶ Comprende sobrecostos de capital y operación.

⁷ Decisiones 18/25 y 25/48.

⁸ Conforme a la decisión sobre corporaciones transnacionales adoptada en la 7ª Reunión (párrafo 88, documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/7/30).

⁹ Conforme con la decisión sobre pautas para empresas que exportan parte de su producción a países no acogidos al artículo 5, adoptada en la 15ª reunión (párrafos 146 y 147 del documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/15/45).

¹⁰ UNEP/OzL.Pro/ExCom/55/47.

¹¹ Se solicita a los organismos guiarse por la información técnica recogida en el documento (decisión 60/44/ f) i)).

del documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/55/47; de antecedentes obtenidos de los proyectos aprobados; de datos actualizados sobre alternativas proporcionados por el GETE, y de las consultas con expertos independientes que se estimaron convenientes.

11. Para su recomendación sobre financiamiento, la Secretaría utilizó como referencia los valores costo-beneficio utilizados para la eliminación de CFC¹² y el umbral adicional que fija la decisión 62/13.¹³ El financiamiento se puede exceder hasta en un 25 por ciento cuando se trate de la introducción de alternativas de bajo PCA (decisión 60/44 f) iv)). Durante la etapa II del PGEH, el umbral se podrá exceder hasta en 40 por ciento cuando se trate de la introducción de tecnologías alternativas de bajo PCA en pequeñas y medianas empresas (PYMES) del sector espuma con un consumo inferior a 20 toneladas métricas (tm) (decisión 74/50 c) iii)). En los sectores de aerosoles, extintores de incendio y solventes, la admisibilidad de los sobrecostos se evaluará caso a caso (decisiones 60/44 f) xvi) y 74/50 c) xvii)).

12. Dado que la manufactura de equipos de climatización estacionarios no hace un uso intensivo de CFC, no se estableció un umbral costo-beneficio para este sector. No obstante, la evaluación hecha por la Secretaría de los proyectos de inversión para la eliminación de HCFC presentados en este sector se guió por la información técnica contenida en el análisis revisado de las consideraciones de costos sobre financiamiento de la eliminación de HCFC (según lo dispuesto en la decisión 60/44 f) i)),¹⁴ y por el máximo permitido de sobrecostos de operación de 6.30 \$EUA/kg (según lo dispuesto en la decisión 60/44 f) viii)).

13. El Cuadro 1 resume los umbrales de la relación costo-beneficio (RCB) actualmente vigentes.

Cuadro 1: Umbrales costo-beneficio para eliminación de CFC y HCFC

Sector	Planes nacionales de eliminación de SAO (UNEP/OzL.Pro/ExCom/16/20 § 32)			PGEH (decisiones 60/44, 62/13 y 74/50)		
	Sustancia base	Principales alternativas utilizadas	RCB (\$EUA/kg)	Sustancia base	Principales alternativas utilizadas	RCB (\$EUA/kg)
Refrigeración residencial (paneles refrigerantes y de espuma de poliuretano)	CFC-12	HFC-134a R-600a	13.76	--	--	--
	CFC-11	HCFC-141b, ciclopentano		HCFC-141b	Ciclopentano	7.83*,**
Refrigeración comercial (paneles refrigerantes y de espuma de poliuretano)	CFC-12	HFC-134a	15.21	HCFC-22	HFC-32, R-290, HFC-134a, CO ₂ , amoníaco, sistemas en cascada	15.21*
	CFC-11	HCFC-141b, ciclopentano, agua		HCFC-141b	Ciclopentano, agua, formiato de metilo, metilal, HFC- 245fa, HFO reducidas	
Espumas de poliuretano rígido (incluye paneles de espuma de	CFC-11	HCFC-141b, ciclopentano, agua	7.83	HCFC-141b	Ciclopentano, agua, formiato de metilo, metilal, HFC- 245fa, HFO	7.83*,**

¹² Párrafo 32 del informe final de la 16ª reunión, documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/16/20.

¹³ En la 60ª Reunión, el Gobierno de Colombia presentó un proyecto autónomo para la conversión de cuatro fabricantes nacionales de equipos de refrigeración que utilizan HCFC para producir espuma de poliuretano rígido aislante. El proyecto se aprobó con una relación costo-beneficio de 12,02 \$EUA/kg, inferior a los umbrales de 13,76 \$EUA/kg para equipos de refrigeración residencial y de 15,21 \$EUA/kg para equipos de refrigeración comercial (UNEP/OzL.Pro/ExCom/60/25). No obstante, en la 62ª Reunión, y en base a la experiencia obtenida del análisis de proyectos similares, el Comité fijó el umbral costo-beneficio para espumas de poliuretano rígido aislante en 7,83 \$EUA/kg, el que se podrá exceder hasta en un 25 por ciento cuando se trate de alternativas de bajo PCA.

¹⁴ UNEP/OzL.Pro/ExCom/55/47.

Sector	Planes nacionales de eliminación de SAO (UNEP/OzL.Pro/ExCom/16/20 § 32)			PGEH (decisiones 60/44, 62/13 y 74/50)		
	Sustancia base	Principales alternativas utilizadas	RCB (\$EUA/kg)	Sustancia base	Principales alternativas utilizadas	RCB (\$EUA/kg)
poliuretano en refrigeración comercial)					reducidas	
Espumas de poliuretano flexible	CFC-11	HCFC-141b, ciclopentano, agua	6.23	HCFC-141b	Ciclopentano, agua, formiato de metilo, metilal, HFC-245fa, HFO reducidas	6.23*,**
Piel integral	CFC-11	HCFC-141b, ciclopentano, agua	16.86	HCFC-141b	Ciclopentano, agua, formiato de metilo, metilal, HFC-245fa, HFO reducidas	16.86*,**
Espuma de poliestireno extruido	CFC-12	HFC-134a	8.22	HCFC-22/ HCFC-142b	HC, CO ₂	8.22*,**
Aerosoles	CFC-12/ CFC-11	HC	4.40	HCFC-22/ HCFC-141b	HC, HFC-134a, HFC-152a, percloroetileno, HFO	Caso a caso
Extinción de incendios	Halón	Polvo seco ABC, CO ₂	1.48	HCFC-123	Sin proyectos aprobados	Caso a caso
Solventes	CFC-113	Limpiado por calor, limpiado al agua, tricloroetileno, HC, otros	19.73	HCFC-141b	Isoparafina	Caso a caso
Solventes	Metilcloroformo		38.50	--	--	--
Inhaladores de dosis medida	CFC-12/ CFC-11	HFC-134a	--	--	--	--
Climatización vehicular	CFC-12	HFC-134a	--	--	--	--
Fabricación de equipos de climatización residencial (acondicionadores de aire, bombas de calor)	--	--	--	HCFC-22	R-410A HFC-32 R-290	Caso a caso
Fabricación de otros equipos de refrigeración y climatización (bombas de calor, transporte, enfriadores, industrial)	CFC-11/ CFC-12 (enfriadores)	HFC-134a / HFC-123 (enfriadores)	--	HCFC-22	R-410A HFC-32 R-290 CO ₂ , amoníaco (NH ₃), sistemas en cascada	Caso a caso

* El financiamiento se podrá exceder hasta en un 25 por ciento de la relación costo-beneficio cuando se trate de la introducción de alternativas de bajo PCA (decisión 60/44 f) iv)).

** Para PYMES del sector espuma con un consumo inferior a 20 tm, el máximo se podrá exceder hasta en un 40 por ciento del umbral costo-beneficio (decisión 74/50 c) iii)).

Políticas precedentes sobre la extensión de los sobrecostos de operación

14. En la Cuarta Reunión, celebrada en noviembre de 1992, las Partes establecieron el Fondo Multilateral y aprobaron una lista indicativa de categorías de sobrecostos, según consta del Anexo VIII al informe de dicha Reunión (decisión IV/18). Al hacerlo, las Partes hicieron notar que la evaluación de solicitudes de financiamiento de los sobrecostos de un determinado proyecto debía tomar en consideración ciertos principios generales, entre ellos el de que dicho financiamiento tiene el sentido de

incentivar la adopción temprana de tecnologías compatibles con la capa de ozono. Las Partes destacaron además que los sobrecostos recurrentes (p. ej., los de operación) regirían únicamente durante un período de transición por definir. En tal sentido, se mandató al Comité Ejecutivo a resolver cuál sería la extensión de tiempo adecuada para la entrega de sobrecostos en cada sector.

15. Para decidir la extensión de los sobrecostos de operación, el Comité tuvo en cuenta una serie de factores. En particular, y dado que los sobrecostos tienen el sentido de incentivar la adopción temprana de alternativas, el Comité determinó entregarlos sólo durante un período de transición para no dejar en desventaja competitiva a aquellas empresas que eliminasen tempranamente el consumo de sustancias controladas. Por ello, la vigencia de los sobrecostos de operación aprobados por el Comité Ejecutivo para proyectos de eliminación de CFC ha variado según el sector y la época.

16. En cuanto a la eliminación de HCFC, la decisión 60/44 entrega criterios específicos sobre el lapso en el cual podrán solicitar sobrecostos de operación los sectores de refrigeración, aire acondicionado y espumas (los que representan la mayoría del uso de HCFC en el sector manufacturero de países del artículo 5). En el sector aerosoles, extintores de incendio y solventes, la admisibilidad de los sobrecostos se evaluará caso a caso (decisión 60/44 f) xvi)). Posteriormente, al estudiar una propuesta de proyecto autónomo en el sector aerosoles¹⁵ presentada a la 62ª reunión, el Comité tomó nota de que la decisión 60/44 acordaba otorgar sobrecostos de operación por un período de un año en la mayoría de los sectores, resolviendo otorgarlos por igual plazo en el sector aerosoles (decisión 62/9).

SOBRECOSTOS DE CAPITAL Y OPERACIÓN EN PROYECTOS APROBADOS

17. El presente documento entrega datos acumulativos acerca de sobrecostos de capital y operación y su extensión y sobre la relación costo-beneficio de los proyectos de inversión aprobados en las etapas I y II de los PGEH.¹⁶ Al elaborar esta información, la Secretaría tuvo presente lo siguiente:

- a) El análisis incluye los proyectos de inversión de empresas admisibles¹⁷ y excluye los HCFC eliminados fuera de proyecto, es decir, sin asistencia del Fondo Multilateral;
- b) Los sobrecostos de capital y operación no reflejan los ahorros reintegrados al Fondo Multilateral al término del proyecto;
- c) Los sobrecostos de capital y operación no reflejan ajustes a los proyectos de inversión acordados después de su aprobación; p. ej., los costos de la etapa II del PGEH para China no reflejan los menores costos acordados en la 84ª reunión, sino lo resuelto en las reuniones 76ª y 77ª y consignado en el Acuerdo aprobado en la 79ª reunión;
- d) No se incluyen los proyectos de inversión aprobados y posteriormente cancelados antes de entrar en ejecución;
- e) Donde no se cuenta con la distribución de los sobrecostos de capital y operación, en lo posible se ha hecho un cálculo estimativo en base a la propuesta del proyecto;

¹⁵ Eliminación de 130.7 tm (11.1 tons. PAO) de HCFC-22 y HCFC-141b utilizado en aerosoles por Silimex (México), presentada por la ONUDI. Los costos de operación originalmente solicitados para este proyecto se calcularon para un período de cuatro años (párrafos 23 a 26 del documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/62/10).

¹⁶ Similar información se sometió a la consideración del Comité Ejecutivo en el documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/71/57 como parte del análisis de los criterios de financiamiento para la etapa II del PGEH.

¹⁷ En el caso de China, el Comité Ejecutivo acordó el valor del componente de inversión de cada plan sectorial a un nivel específico de eliminación de HCFC al momento de aprobar las etapas I (64ª reunión) y II (76ª y 77ª reunión). Este financiamiento fue posteriormente asignado a las empresas admisibles durante la implementación.

- f) Los proyectos piloto se presentan por separado dado que, por su carácter demostrativo, los sobrecostos podrían diferir de los de posteriores proyectos de conversión;
- g) Al momento de la presentación del PGEH para China se desconocía el número real de empresas a convertir durante las etapas I y II; en aquellos sectores donde esta cifra ya ha sido determinada, se incluye el valor; y
- h) No se evalúan los sobrecostos de proyectos autónomos de inversión relativos a los HFC aprobados conforme a lo dispuesto en la decisión 78/3 g).¹⁸

18. La Secretaría toma nota de que todas las propuestas de inversión para la eliminación de HCFC, tanto las presentadas como proyectos autónomos como las que comprenden distintas empresas dentro de un mismo sector, han sido recomendadas para aprobación dentro de los umbrales costo-beneficio correspondientes. Esto pese a que, según las políticas vigentes, en ciertos casos la relación costo-beneficio de algunas empresas o grupo de ellas dentro de un proyecto mayor superaba el umbral.

Proyectos aprobados en el sector manufacturero de equipos de climatización

19. En el Cuadro 2 se presenta un análisis de los proyectos de inversión ejecutados en el sector manufacturero de equipos de climatización en las etapas I y II del PGEH de 13 países del artículo 5.¹⁹ Estos proyectos permitirán eliminar 1.369 toneladas PAO (24.895 tm) de HCFC-22, con un costo total de 193.899.864 \$EUA y una relación costo-beneficio general de 7.79 \$EUA/kg. Incluye:

- a) *Etapla I:* En nueve países del artículo 5, conversión de empresas que consumen 755 toneladas PAO (13.730 tm) de HCFC-22, con un costo total de 93.148.032 \$EUA y una relación costo-beneficio general de 6.78 \$EUA/kg. Tecnologías sustitutivas: R-410A, HFC-32 y R-290; y
- b) *Etapla II:* En siete países del artículo 5, conversión de empresas que consumen 614 toneladas PAO (11.165 tm) de HCFC-22, con un costo total de 100.751.832 \$EUA y una relación costo-beneficio general de 9.02 \$EUA/kg. Tecnologías sustitutivas: HFC-32, HFO y R-290.

Cuadro 2. Inversión en eliminación de HCFC en el sector manufacturero de equipos de climatización

País*	Sector	HCFC-22 (tons. PAO)	Tecnología sustitutiva	Costo (\$EUA)			RCB (\$EUA/kg)
				Aprobado	SDC	SDO	
Etapa I							
Argelia (1)	Acondicionador aire	8.30	HFC-32	1.379.460	433.200	946.260	9.19
Argentina (9)	Acondicionador aire	53.50	R-410A	8.435.542	3.161.385	5.274.157	8.68
China (pendiente)	Acondicionador aire	153.15	R-410A	4.548.219	--	--	1.63
	Acondicionador aire	393.58	R-290	56.276.018	35.410.952	20.865.066	7.86
Indonesia (21)	Acondicionador aire/ climatización comercial	36.00	HFC-32	4.728.453	2.633.748	2.094.705	7.24
República Islámica de Irán (1)	Acondicionador aire	35.40	R-410A	3.950.246	594.064	3.356.182	6.14
Jordania (2)	Climatizadores	1.43	R-410A	628.000	464.200	163.800	24.15
Jordania (1)	Climatizadores / refrigeración comercial**	6.90	R-410A	2.167.033	882.772	1.284.261	15.89

¹⁸ Estos proyectos se aprobaron con el objeto de adquirir experiencia en materia de los sobrecostos de capital y operación asociados a la reducción gradual de los HFC. Al cierre del presente documento se han recibido los informes de dos proyectos ya terminados.

¹⁹ Por haber sido cancelados antes de su ejecución, no figuran los proyectos de conversión de Bahrein (decisión 84/65 a) ii)), Brasil (a decidir en la 86ª reunión), Filipinas (cancelación a considerar en la 87ª reunión y Túnez (decisión 83/28 a)).

País*	Sector	HCFC-22 (tons. PAO)	Tecnología sustitutiva	Costo (\$EUA)			RCB (\$EUA/kg)
				Aprobado	SDC	SDO	
Líbano (1)	Acondicionador aire	4.90	R-410A	920.600	353.600	567.000	10.33
República Árabe Siria (1)	Climatizadores varios	4.98	R-410A	994.520	525.800	468.720	10.98
Tailandia (12)	Acondicionador aire	57.00	HFC-32	9.119.941	4.612.410	4.507.531	8.80
Subtotal etapa I		755.14		93.148.032	49.072.131	39.527.682	6.78
Etapla II							
Bangladesh (4)	Acondicionador aire	16.96	R-290	4.844.842	2.901.695	1.943.147	15.71
Bangladesh (1)	Climatización comercial	0.13	HFC-32	74.824	60.000	14.824	31.84
China (pendiente)***	Acondicionador aire	446.71	R-290 ****	68.042.072	34.591.350	33.450.722	8.38
Egipto (5)	Acondicionador aire	65.44	HFC-32	10.751.623	4.253.197	6.498.426	9.04
India (6)	Acondicionador aire	62.72	HFC-32	12.511.459	5.327.575	7.183.884	10.97
Líbano (3)	Climatización comercial	1.96	HFC-32	424.765	204.880	219.885	11.92
Líbano (2)	Climatización comercial	3.17	HFC-32 / HFO	440.260	288.430	151.830	10.78
Pakistán (1)	Acondicionador aire	7.39	R-290	1.561.720	715.000	846.720	11.62
Viet Nam (4)	Acondicionador aire/ Climatización comercial	9.63	HFC-32	2.100.267	1.126.050	974.217	12.00
Subtotal etapa II		614.11		100.751.832	49.468.177	51.283.655	9.02
Total		1.369.24		193.899.864	98.540.308	90.811.337	7.79

* La cifra entre paréntesis indica el número de empresas a convertir.

** La empresa además convirtió a ciclopentano 1.2 tons. PAO de HCFC-141b utilizado en paneles de refrigeración comercial.

*** El Comité Ejecutivo ajustó posteriormente los costos de este proyecto (decisiones 84/69).

**** No incluye la conversión a CO₂ de dos líneas de fabricación de calentadores de agua con bomba de calor cancelada antes de entrar en ejecución.

20. Según se muestra en el Cuadro 3, el Comité Ejecutivo aprobó además otros cinco proyectos de demostración de tecnologías de bajo PCA en diversas aplicaciones de climatización, haciendo presente que, por su carácter demostrativo, los sobrecostos podrían diferir de los proyectos de conversión.

Cuadro 3. Demostración de tecnologías de bajo PCA - sector manufacturero de equipos de climatización

País	Sector	HCFC-22 (tons. PAO)	Tecnología sustitutiva	Costo (\$EUA)			RCB (\$EUA/kg)
				Aprobado	SDC	SDO	
China	Acondicionadores de aire (Midea)	13.20	R-290	4.026.507	2.816.907	1.209.600	16.78
China	Climatización comercial (Tsinghua Tong Fang Artificial Env. Co. Ltd)*	3.40	HFC-32	1.229.336	552.928	676.408	19.86
Colombia	Climatización comercial (Thermotar)**	0.73	R-290	500.000			37.68
Arabia Saudita	Climatizadores integrados (Petra KSA)***	3.59	R-290 y HFC- 32	554.400			8.49
Arabia Saudita	Acondicionadores de aire (Alessa)	0	Alternativas de bajo PCA	1.300.000			—

* Pequeños enfriadores de agua/bombas de calor comerciales.

** Equipos de condensación y sistemas integrados con ductos.

*** Parte del proyecto de la Saudi Factory for Electrical Appliances Co. Ltd. se canceló antes de entrar en ejecución (decisión 82/22) y no figura en el Cuadro 3.

Proyectos aprobados en el sector manufacturero de equipos de refrigeración industrial y comercial

21. El Cuadro 4 entrega un análisis de los proyectos de inversión ejecutados en el sector manufacturero de equipos de refrigeración industrial y comercial en las etapas I y II del PGEH de ocho

países del artículo 5. Estos proyectos permitirán eliminar 1.009 toneladas PAO (18.348 tm) de HCFC-22 y 49 toneladas PAO (447 tm) de HCFC-141b con un costo total de 144.329.214 \$EUA. La relación costo-beneficio general de la conversión de este sector es de 7.87 \$EUA/kg. Incluye:

- Etapla I:* En cinco países del artículo 5, conversión de empresas que consumen 455 toneladas PAO (8.272 tm) de HCFC-22 y 46 toneladas PAO (422 tm) de HCFC-141b con un costo total de 56.435.649 \$EUA y una relación costo-beneficio general de 6.82 \$EUA/kg. Tecnologías sustitutivas: R-410, R-404A, HFC-134a, HFO, HFC-32, CO₂, NH₃ y R-290; y
- Etapla II:* En cuatro países del artículo 5, conversión de empresas que consumen 554 tons. PAO (10.072 tm) de HCFC-22 y 2.70 tons. PAO (24.54 tm) de HCFC-141b, con un costo total de 87.893.565 \$EUA y una relación costo-beneficio general de 8.73 \$EUA/kg. Tecnologías sustitutivas: HFC-32, R-600a, R-290, CO₂, HFO en estado puro y mezclas, y NH₃. En la etapa II del PGEH no se financiaron conversiones a R-410A, R-404A o HFC-134a.

Cuadro 4. Inversión en eliminación de HCFC - sector manufacturero de equipos de refrigeración industrial y comercial

País*	Sector	Consumo (tons. PAO)		Tecnología sustitutiva	Costo (\$EUA)			RCB (\$EUA/kg)
		HCFC-22	HCFC-141b		Aprobado	SDC	SDO	
Etapa I								
Armenia (1)	Refrigeración comercial	1.40	0.87	R-290	534.353	534.353	0	16.19
Bosnia y Herzegovina (6)	Refrigeración comercial	0.80	0.20	R-410A, R-404A	247.923	166.108	81.815	15.24
China (18)**	Plan sectorial refrigeración industrial y comercial	441.61	0.00	HFC-32; R-410A; NH ₃ / CO ₂ ; otros (HFC-134a, HFO, NH ₃ , CO ₂)	51.270.594	38.717.988	12.552.606	6.39
Indonesia (33)	Refrigeración comercial	9.10	45.40	HFC-32 / CO ₂ / NH ₃ / HC	4.022.649	3.464.450	438.199	8.11
Serbia (4)	Refrigeración comercial	2.30	0.00	NH ₃ /R-410A	360.130	360.130	0	8.73
Subtotal etapa I		455.21	46.47		56.435.649	43.243.029	13.072.620	6.82
Etapa II								
Brasil (25)	Refrigeración comercial	15.74	0.00	R-290, R-600a, CO ₂ , HFO puro/mezclas	2.695.332	2.472.500	222.832	9.42
China (pendiente) ***	Plan sectorial refrigeración industrial y comercial	477.79	2.70	HFC-32, CO ₂ , NH ₃ , R-290, HFO, mezclas	77.744.313	52.636.713	25.107.600	11.96
Irán (República Islámica de) (43)	Refrigeración comercial	43.75	0.00	R-290, CO ₂	3.817.920			4.80
Viet Nam	Refrigeración comercial	16.67	0.00	De bajo PCA	3.636.000	2.484.600	1.151.400	12.00
Subtotal etapa II		553.95	2.70		87.893.565	57.593.813	26.481.832	8.73
Total		1.009.15	49.17		144.329.214	100.836.842	39.554.452	7.87

* La cifra entre paréntesis indica el número de empresas a convertir.

** Comprende 30 líneas de fabricación de equipos en 18 empresas.

*** El Comité Ejecutivo posteriormente ajustó los costos de este proyecto (decisiones 84/69).

22. Según se muestra en el Cuadro 5, el Comité Ejecutivo aprobó además otros tres proyectos de demostración de tecnologías de bajo PCA en el sector manufacturero de equipos de refrigeración

industrial y comercial, haciendo presente que, por su carácter demostrativo, los sobrecostos podrían diferir de los proyectos de conversión.

Cuadro 5. Demostración de tecnologías de bajo PCA en el sector manufacturero de equipos de refrigeración industrial y comercial

País	Sector	HCFC-22 (tons. PAO)	Tecnología sustitutiva	Costo (\$EUA)			RCB (\$EUA/kg)
				Aprobado	SDC	SDO	
Etapa I							
China	Refrigeración industrial y comercial (Yantai Moon)	13.75	NH ₃ , CO ₂	3.964.458	2.847.590	1.116.868	15.86
Costa Rica	Refrigeración industrial y comercial (usuarios finales)	0.035	NH ₃ , CO ₂	524.000			—
Maldivas	Pesquerías (usuarios finales)	0.00	De bajo PCA	141.000			—

Proyectos aprobados para la conversión de capacidad de fabricación de compresores

23. El Cuadro 6 presenta un análisis de cuatro proyectos de conversión de líneas de fabricación de compresores a R-290 y NH₃/CO₂ en China a un costo de 11.514.807 \$EUA.

Cuadro 6. Proyectos aprobados de conversión de líneas de fabricación de compresores en los sectores de climatización y refrigeración industrial y comercial en China

Sector	HCFC-22 (tons. PAO)	Tecnología sustitutiva	Costo (\$EUA)
Acondicionadores de aire (demostración en Meizhi - 1 línea)	—	R-290	1.875.000
Plan sectorial acondicionadores de aire (etapa I - 3 líneas)	—	R-290	4.112.902
Plan sectorial acondicionadores de aire (etapa II - 3 líneas)*	—	R-290	4.500.000
Industrial y comercial (demostración en Fuijan Snowman - 1 línea)	**19.59	NH ₃ / CO ₂	1.026.815
Total			11.514.717

* Durante la implementación se convirtieron cuatro líneas de fabricación.

** Eliminación indirecta a través de fábricas que utilizarán anualmente 3.000 nuevos compresores convertidos.

Proyectos aprobados en el sector espuma

24. En países del artículo 5, los dos principales consumidores de HCFC son el sector espuma rígida de poliuretano, incluyendo para aplicaciones de piel integral, el que utiliza HCFC-141b como agente espumante (y en menor medida, HCFC-22 como coagente), y el sector espuma de poliestireno extruido, donde generalmente se utiliza una mezcla de HCFC-22 y HCFC-142b como agente espumante.

Espuma de poliuretano

25. El PGEH de 47 países del artículo 5 incluye proyectos de conversión de fabricantes de distintos tipos de productos a base de espuma de poliuretano.²⁰ El consumo de HCFC en estas empresas asciende a 7.750 toneladas PAO (70.456 tm) de HCFC-141b y 27 toneladas PAO (485 tm) de HCFC-22. El financiamiento total aprobado para la conversión de estas empresas es de 352.106.140 \$EUA, con una relación costo-beneficio general de 5.00 \$EUA/kg, según se muestra en el Cuadro 7. Incluye:

- a) *Etapa I:* En 41 países del artículo 5, conversión de empresas que consumen 3.272 toneladas PAO (29.746 tm) de HCFC-141b y 27 toneladas PAO (485 tm) de HCFC-22, con un costo total de 167.425.188 \$EUA y una relación costo-beneficio general de 5.63 \$EUA/kg.

²⁰ Espumas aislantes para refrigeradores domésticos, paneles, aislación para calentadores de agua, espuma en bloque y piel integral.

Tecnologías sustitutivas: principalmente ciclopentano, seguido por formiato de metilo, metilal, CO₂, y en dos casos, HFC-245fa; y

- b) *Etapa II:* En 20 países del artículo 5, conversión de empresas que consumen 4.478.15 toneladas PAO (40.710.48 tm) de HCFC-141b, con un costo total de 184.680.952 \$EUA y una relación costo-beneficio general de 4.54 \$EUA/kg. Tecnologías sustitutivas: ciclopentano, n-pentano, HFO, formiato de metilo, metilal y CO₂.

Cuadro 7. Proyectos de inversión para la eliminación de HCFC en espumas de poliuretano rígido

País*	HCFC-141b (tons. PAO)	Tecnología sustitutiva	Costo (\$EUA)			RCB (\$EUA/kg)
			Aprobado	SDC	SDO	
Etapa I						
Argelia (1)	2.40	Ciclopentano	215.380	216.045	(665)	9.87
Argentina (1)	18.46	Ciclopentano	838.612	837.210	1.402	5.00
Bangladesh (1)	20.20	Ciclopentano	1.146.074	1.025.750	120.324	6.24
Bosnia y Herzegovina (1)	4.78	Ciclopentano	425.361	363.149	62.212	9.79
Brasil (4)	32.50	Ciclopentano	2.136.135	2.307.610	(171.475)	7.23
Brasil (8)	47.3	Formiato de metilo	2.155.419	1.881.881	273.536	5.01
Camerún (9)	15.70	Formiato de metilo	310.900	310.900	0	2.18
China (54)	1.403.92	Ciclopentano	63.363.428			4.96
Colombia (4)	46.21	Ciclopentano	5.621.483	5.058.456	563.027	9.39
Costa Rica (1)	14.00	Ciclopentano	593.523	593.523	0	4.66
Croacia (1)	1.76	Agua / CO ₂	210.000	210.000	0	13.13
Cuba (5)	13.35	Ciclopentano	1.187.527	1.187.527	0	9.78
República Popular Democrática de Corea (2)	14.38	Formiato de metilo	418.550	418.550	0	3.20
República Dominicana (1)	3.70	Ciclopentano	332.775	316.775	16.000	9.89
República Dominicana (13)	15.77	Formiato de metilo	663.450	480.700	182.750	4.63
Ecuador (1)	14.96	Ciclopentano	1.331.440	1.198.440	133.000	9.79
Ecuador (1)	4.85	HC premezclados, agua, HFO	431.719			9.79
Egipto (8)	77.54	Ciclopentano / formiato de metilo	3.359.155	3.617.900	(258.745)	4.77
El Salvador (3)	4.94	Ciclopentano / formiato de metilo	439.277	424.427	14.850	9.78
Eswatini (1)	7.70	Ciclopentano	667.948	667.948	0	4.77
Guatemala (1)	1.40	Ciclopentano	109.637	109.637	0	8.61
India (16)	310.53	Ciclopentano	13.981.990	12.631.330	1.350.660	4.95
Indonesia (26)	33.51	HFC-245fa	2.714.187	2.706.587	7.600	8.91
Indonesia (4)	10.40	Ciclopentano	777.395	775.287	(2.108)	8.22
República Islámica de Irán (23)	62.56	Ciclopentano	4.782.642	5.325.750	(543.109)	8.41
Jamaica (1)	3.60	Formiato de metilo	95.450	57.200	38.250	2.92
Kuwait (2 + PYMES)	36.55	Ciclopentano	738.382			2.22
Líbano (1)	15.10	Ciclopentano	1.342.209			9.78
Libia (3)	23.84	Ciclopentano	1.690.627	1.574.496	(3.869)	7.80
Malasia (13)	94.60	Ciclopentano	7.327.470	6.816.745	510.725	8.52
México (1)	38.94	Ciclopentano	2.428.987	2.293.104	135.883	3.68
México (3)	22.99	Ciclopentano	2.046.110	1.711.710	334.400	9.79
Marruecos (1)	11.00	Ciclopentano	951.740	990.000	(38.260)	9.52

País*	HCFC-141b (tons. PAO)	Tecnología sustitutiva	Costo (\$EUA)			RCB (\$EUA/kg)
			Aprobado	SDC	SDO	
Omán (1)	1.10	Agua / CO ₂	79.120			7.91
Pakistán (5)	71.60	Ciclopentano	4.840.849	4.844.400	(3.552)	7.44
Filipinas (60)	43.00	Ciclopentano / CO ₂	2.088.000			5.34
Arabia Saudita (18)	125.10	Pentano	6.882.370	7.642.050	(759.680)	6.05
Sudáfrica (2)	38.90	Ciclopentano	2.498.848	2.498.848	0	7.07
Sri Lanka (1)	0.45	Ciclopentano	18.860	18.860	0	4.61
Sudán (4)	11.87	Ciclopentano	1.056.341	1.056.911	(570)	9.76
República Árabe Siria	7.90	Ciclopentano	470.841	456.500	14.341	6.56
Tailandia (28)	73.96	Ciclopentano	6.111.060			9.09
Tailandia (103)	91.40	HFC-245fa	5.383.202			6.48
Trinidad y Tabago (5)	2.50	Formiato de metilo	173.800	151.900	21.900	7.65
Turquía (sector)	228.63	Ciclopentano	3.631.897	3.050.700	581.197	1.75
Viet Nam (12)	140.10	Ciclopentano	8.876.200	6.837.200	2.039.000	6.97
Zimbabwe (5)	6.10	Ciclopentano	478.818	547.650	(68.832)	8.63
Subtotal etapa I	3.272.05		167.425.188	83.213.656	4.550.192	5.63
Etapa II						
Argentina (2)	6.66	Ciclopentano	547.304	547.304	0	9.04
Brasil (13)	56.57	Ciclopentano, formiato de metilo, agua, HFO	**3.478.644	1.772.652	1.705.992	6.76
Chile (5)	12.43	HFO	918.507	594.090	324.417	8.13
China (pendiente)***	3.639.35	Ciclopentano, agua, HFO	128.950.000			3.90
Colombia (2)	7.23	Ciclopentano	607.675	605.696	1.979	9.24
Colombia (1)	0.73	Agua	39.107	16.500	22.607	5.93
Egipto (9)	46.48	Ciclopentano	3.488.388	3.488.388	0	8.26
India (160)	289.31	Ciclopentano, formiato de metilo, metilal, agua	19.936.234	16.278.307	3.657.927	7.58
Indonesia (12)	24.51	Ciclopentano	2.251.650	2.251.650	-	10.11
República Islámica de Irán (12)	29.57	Pentano	2.153.773	2.438.700	(284.927)	8.01
República Islámica de Irán (2)	4.29	Agua	168.350	143.000	25.350	4.32
Jordania (1)	2.62	Ciclopentano	180.946	255.600	(74.654)	7.60
Jordania (53)	35.85	HFO	1.844.788	341.300	1.503.488	5.66
Líbano (4)	27.74	Ciclopentano	1.669.195	1.839.695	(170.500)	6.62
Líbano (2)	5.58	HFO	332.680	278.000	54.680	6.56
Malasia (57)	29.78	HFO	1.795.114	290.388	1.504.726	6.63
Malasia (10)	41.21	HC e HC premezclados	2.056.448	1.698.111	358.337	5.49
Nigeria (1)	10.56	Ciclopentano / formiato de metilo	664.000	664.000	0	6.92
Nigeria (4)	3.36	Agua / formiato de metilo / CO ₂	156.838	60.000	96.838	5.14
Pakistán (11)	58.69	CO ₂ / agua	2.703.552	2.058.671	671.881	5.12
Panamá (5)	1.19	HFO	118.000	26.500	91.500	10.95
Sudán (6)	27.13	Ciclopentano	2.383.572	2.510.977	(127.405)	9.66
Tailandia (71)	31.53	HFO	1.732.597	198.000	1.534.597	6.04
Túnez (2)	5.02	Ciclopentano y n-pentano	458.306	458.306	0	10.04
Uruguay (19)	5.53	HFO	522.889	106.18	416.709	10.40
Viet Nam (26)	59.09	Ciclopentano	4.325.920	4.325.920	0	8.05
Viet Nam (17)	16.15	HFO	1.196.476	401.240	795.236	8.15
Subtotal etapa II	4.478.15		184.680.952	43.649.175	12.108.778	4.54

País*	HCFC-141b (tons. PAO)	Tecnología sustitutiva	Costo (\$EUA)			RCB (\$EUA/kg)
			Aprobado	SDC	SDO	
Total general	7.750.21		352.106.140	126.862.831	16.658.970	5.00

* La cifra entre paréntesis indica el número de empresas a convertir.

** Valor estimado en base a los 15 millones de \$EUA aprobados para la totalidad del plan sectorial.

*** El Comité Ejecutivo posteriormente ajustó los costos de este proyecto (decisiones 84/69).

26. Como se muestra en el Cuadro 8, los PGEH de Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Egipto, Indonesia, República Islámica de Irán, México, Nigeria, Arabia Saudita y Sudáfrica contemplaban además proyectos orientados a permitir que los proveedores nacionales de sistemas se adapten a producir polioles premezclados libres de HCFC-141b, logrando así la conversión de un gran número de empresas secundarias. Con este método se ha eliminado un total de 1.027 toneladas PAO (9.340 tm) de HCFC-141b con un costo de 59.293.863 \$EUA y una relación costo-beneficio de 6.35 \$EUA/kg, a saber:

- Etapa I:* Eliminación en seis países de un total de 721 toneladas PAO (6.557 tm) de HCFC-141b, con un costo total de 33.491.832 \$EUA y una relación costo-beneficio de 5.11 \$EUA/kg. Tecnologías sustitutivas: formiato de metilo, metilal, ciclopentano y CO₂; y
- Etapa II:* Eliminación en ocho países de un total de 306 toneladas PAO (2.784 tm) de HCFC-141b, con un costo total de 25.802.031 \$EUA y una relación costo-beneficio de 9.27 \$EUA/kg. Tecnologías sustitutivas: formiato de metilo, metilal, ciclopentano, CO₂ y HFO.

Cuadro 8. Proyectos de inversión en proveedores de sistemas para la eliminación de HCFC-141b

País*	HCFC-141b (tons. PAO)	Tecnología sustitutiva	Costo (\$EUA)			RCB (\$EUA/kg)
			Aprobado	SDC	SDO	
Etapa I						
Brasil (11, 380)	89.00	Ciclopentano / formiato de metilo	10.184.564	8.844.212	1.340.351	**12.59
Egipto (4, 80)	75.74	Formiato de metilo	3.800.600	2.974.400	826.200	5.52
México (12, 346)	299.79	Formiato de metilo	11.225.030	7.750.563	3.474.467	4.12
Nigeria (2, 148)	79.50	Formiato de metilo / CO ₂	3.709.830	2.507.058	1.202.772	5.13
Arabia Saudita (5, 91)	133.21	Pentano	2.324.700	2.324.700	0	1.18
Sudáfrica (2, 40)	44.00	Formiato de metilo	2.247.108	1.747.358	499.750	2.60
Subtotal etapa I	721.24		33.491.832	26.148.291	7.343.540	5.11
Etapa II						
Argentina (2, 139)	51.37	HFO	4.663.827	661.220	4.002.607	9.99
Brasil (14, >400)	115.65	Formiato de metilo, HFO, metilal	***11.521.356	7.111.850	4.411.593	10.96
Chile (2, 36)	10.49	HFO	1.019.627	150.384	869.243	10.70
Colombia (4, 791)	17.77	HFO	1.770.346	1.672.645	Pendiente	10.96
Egipto (1, 28)	5.48	Formiato de metilo	515.605	515.605	0	10.36
Indonesia (2, 200)	18.22	HC premezclados, HFO, agua	1.762.655	934.385	828.270	10.64
República Islámica de Irán (1, 80)	54.08	Agua	3.108.134	2.788.594	319.540	6.32
Nigeria (1, 37)	33.15	Formiato de metilo	1.440.480	988.500	451.980	4.78
Subtotal etapa II	306.21		25.802.031	14.823.183	10.881.146	9.27
Total general	1.027.45		59.293.863	40.971.474	18.224.686	6.35

* Valores entre paréntesis: (número de proveedores de sistemas, número estimado de usuarios secundarios).

** En combinación con el costo-beneficio de cada proyecto individual, el costo-beneficio general asciende a 9.43 \$EUA/kg.

*** Valor estimado en base a los 15 millones de \$EUA aprobados para el plan sectorial espuma de poliuretano.

27. También se aprobó financiamiento adicional para asistencia técnica a proveedores de sistemas en la etapa I de los PGEH para la India (3.436.500 \$EUA), República Islámica de Irán (225.500 \$EUA);

Malasia (970.000 \$EUA) y Tailandia (224.003 \$EUA), sin un volumen determinado de HCFC a eliminar salvo en el caso de Tailandia, con una cifra nominal de 4.4 tm de HCFC-141b.

28. A través del trabajo con proveedores de sistemas se esperaba reducir considerablemente la demanda de HCFC-141b por parte de un gran número de PYMES y reducir además el costo general de la conversión, dado que se esperaba que muchas empresas se convirtieran a formulaciones libres de HCFC incluso antes del inicio de la etapa II. El efecto de estos proyectos se tuvo en consideración al evaluar el financiamiento de las etapas II.

29. El Comité Ejecutivo aprobó además otros 13 proyectos de demostración de tecnologías de bajo PCA en el sector manufacturero de espumas de poliuretano, según se muestra en el Cuadro 9, haciendo presente que, por su carácter demostrativo, los sobrecostos podrían diferir de los proyectos de conversión.

Cuadro 9. Demostración de tecnologías de bajo PCA - sector manufacturero de espumas de poliuretano

País	Sector	HCFC-141b (tons. PAO)	Tecnología sustitutiva	Aprobado (\$EUA)	RCB (\$EUA/kg)
Brasil	Múltiples	-	Formiato de metilo	401.500	—
Brasil	Múltiples	-	Metilal	464.200	—
China	Múltiples	6.80	Ciclopentano	1.214.936	19.65
China	Calentadores solares de agua	5.10	Ciclopentano	786.668	16.97
Colombia	Espuma proyectada	-	CO ₂ supercrítico	441.100	—
Colombia	Paneles discontinuos	-	HFO	248.380	—
Egipto	Múltiples	-	HC premezclados	473.000	—
Egipto	Múltiples	4.40	HC	295.000	7.38
México	Piel integral	-	Metilal	291.500	—
Marruecos	Varias PYMES	-	Pentano	280.500	—
Arabia Saudita	Espuma proyectada	-	HFO	96.250	—
Sudáfrica	Aislantes para refrigeración	-	Pentano (inyección al vacío)	222.200	—
Tailandia	Espuma proyectada	3.90	HFO-1233zd(E); HFO 1336mzz(Z) con CO ₂	352.550	9.94

Espuma de poliestireno extruido

30. Las etapas I y II del PGEH de nueve países del artículo 5 incluyen proyectos para la eliminación de 2.184 toneladas PAO (37.455 tm) de HCFC, consistentes en 1.376 toneladas PAO (25.015 tm) de HCFC-22 y 808.54 toneladas PAO (12.439 tm) de HCFC-142b. El financiamiento total aprobado asciende a 168.495.851 \$EUA con una relación costo-beneficio de 4.50 \$EUA/kg, según se muestra en el Cuadro 10. Incluye:

- Etapa I:* En siete países del artículo 5, conversión de empresas que consumen 884 toneladas PAO (14.814 tm) de HCFC, con un costo total de 62.632.399 \$EUA y una relación costo-beneficio general de 4.23 \$EUA/kg. Tecnologías sustitutivas: CO₂, dimetiléter (DME), HFO, isobutano y HFC-152a; y
- Etapa II:* En tres²¹ países del artículo 5, conversión de empresas que consumen 1.301 tons. PAO (22.641 tm) de HCFC con un costo total de 105.863.452 \$EUA y una relación costo-beneficio general de 4.68 \$EUA/kg. Tecnologías sustitutivas: CO₂, DME y HFO.

²¹ Por haberse cancelado antes de su ejecución, no figura el proyecto de Viet Nam (cancelación a considerar en la 87ª reunión).

Cuadro 10. Proyectos de inversión para la eliminación de HCFC en espumas de poliestireno extruido

País*	HCFC-22 (tons. PAO)	HCFC-142b (tons. PAO)	Total HCFC		Tecnología sustitutiva*	Aprobado (\$EUA)	RCB (\$EUA/kg)
			Tons. PAO	tm			
Etapa I							
China (25)	316.47	249.34	565.81	9.589.99	CO ₂ /DME	45.234.352	4.72
Kuwait	46.60	82.70	129.30	2.119.80	CO ₂ /DME/ HFO	7.943.295	3.75
México (1)	-	6.63	6.63	101.97	HFO/DME	610.258	5.98
Mongolia (2)	0.50		0.50	9.80	HFC-152a	130.000	13.24
Qatar (3)	4.62	7.53	12.16	199.94	CO ₂ /DME/ HFC-152a	1.510.000	7.55
Arabia Saudita (2)	22.00	33.00	55.00	907.70	Isobutano	1.938.901	2.14
Turquía (4)	45.68	68.52	114.20	1.884.70	HFC-152a/ DME	5.265.593	2.79
Subtotal etapa I	435.87	447.72	883.59	14.813.90		62.632.399	4.23
Etapa II							
Argentina (2)	1.68	1.74	3.42	57.30	CO ₂ /DME	348.767	6.09
China (124)**	907.50	357.50	1.265.00	22.000.00	CO ₂ /DME	102.936.315	4.68
Egipto (4)	30.75	1.58	32.32	583.30	HFO/DME	2.578.370	4.42
Subtotal etapa II	939.93	360.82	1.300.74	22.640.60		105.863.452	4.68
Total general	1.375.80	808.54	2.184.34	37.454.50		168.495.851	4.50

* La cifra entre paréntesis indica el número de empresas a convertir.

** El Comité Ejecutivo posteriormente ajustó los costos de este proyecto (decisiones 84/69).

31. La relación costo-beneficio de todos estos proyectos no superó los 6.50 \$EUA/kg salvo en el caso de Mongolia, cuyo escaso consumo de HCFC-22 produjo una relación costo-beneficio de 13.24 \$EUA/kg. Se solicitaron sobrecostos de operación únicamente para cuatro países: México (1.40 \$EUA/kg); Qatar (0.50 \$EUA/kg); Arabia Saudita (0.13 \$EUA/kg) y Turquía (0.37 \$EUA/kg), cifras todas acordes con el umbral de 1.40 \$EUA/kg establecido en la decisión 60/44 f) v).

32. Se espera que los proyectos aprobados en las etapas I y II del PGEH de estos nueve países permitan la conversión total del sector espuma de poliestireno extruido. Según parece, el financiamiento para convertir a la mayoría de las empresas admisibles de países del artículo 5 ya estaría aprobado.

33. El Comité Ejecutivo aprobó además dos proyectos de demostración de tecnologías de bajo PCA en el sector fabricación de espuma de poliestireno extruido, según se muestra en el Cuadro 11, haciendo presente que, por su carácter demostrativo, los sobrecostos podrían diferir de los proyectos de conversión.

Cuadro 11. Demostración de tecnologías de bajo PCA - sector fabricación de espuma de poliestireno extruido

País	HCFC-22 (tons. PAO)	HCFC-142b (tons. PAO)	Total HCFC		Tecnología sustitutiva	Aprobado (\$EUA)	RCB (\$EUA/kg)
			Tons. PAO	tm			
China	6.20	6.20	12.40	208.10	CO ₂ /MF	1.973.300	9.48
Turquía	-	-	-	-	HFO-1234ze/DME	165.000	--

Proyectos aprobados en otros sectores

34. Durante las etapas I y II del PGEH, los países del artículo 5 incluyeron además un conjunto acotado de proyectos de inversión en los sectores de aerosoles y solventes, donde el consumo de HCFC es escaso. Si bien algunos países han solicitado asistencia técnica para extinción de incendios, no existen a la fecha proyectos de conversión. Conforme a las decisiones 60/44 f) xvi) y 74/50 c) xvii)), la admisibilidad de los sobrecostos para estos sectores se consideró caso a caso. El Cuadro 12 muestra los proyectos de inversión aprobados en el sector solventes y un proyecto de demostración de alternativas de bajo PCA al HCFC-141b en el mismo sector, cuyos sobrecostos podrían diferir de los proyectos de conversión debido a su carácter demostrativo.

Cuadro 12. Proyectos de inversión para la eliminación de HCFC en el sector solventes

País	Consumo (tons. PAO)			Tecnología sustitutiva	Costo (\$EUA)			RCB (\$EUA/kg)
	HCFC-22	HCFC-141b	Total		Aprobado	SDC	SDO	
Etapa I								
China	0	69.00	69.00	KC-6,* HC, HFE	**5.000.000			7.97
Túnez	0	0.94	0.94	HFC-365mfc	182.500	157.500	12.000	21.47
Subtotal etapa I	0	69.94	69.94		5.182.500	157.500	12.000	8.15
Etapa II								
China	0	159.80	159.80	KC-6	13.565.034	13.808.832	(243.798)	9.34
China	0	77.18	77.18	HC	8.760.807	9.842.707	(1.081.900)	12.49
China	0	81.72	81.72	HC/ HFE solventes	9.115.159	8.718.696	396.463	12.27
China	0	81.72	81.72	Formulaciones de HC/ HFE	11.171.640	0	11.171.640	15.04
México	20.09	19.51	39.60	Percloroetileno /HFC-152a	1.731.403	470.420	1.260.983	3.19
México	1.03	22.73	23.76	HFO-1233zd e)	1.551.229	0	1.551.229	6.88
Subtotal etapa II	21.12	442.65	463.77	-	45.895.273	32.840.655	13.054.618	10.41
Total general	21.12	512.59	533.71	-	51.077.773	32.998.155	13.066.618	10.13
Proyecto de demostración de alternativas de bajo PCA a los HCFC en el sector solventes								
China	0	3.06	3.06	KC-6	557.667			20.05

* Cualquier compuesto químico orgánico o inorgánico de silicio, oxígeno y generalmente carbono e hidrógeno, sobre la base de la unidad estructural R₂SiO, donde R es un grupo alquilo, normalmente metilo.

** Plan sectorial total. Se desconoce la proporción asignada a proyectos de conversión, pero se estima cercana al 90 por ciento.

35. En el sector aerosoles, el único proyecto de inversión relativo a los HCFC fue la eliminación de 3.3 toneladas PAO (60.0 tm) de HCFC-22 y 7.8 toneladas PAO (70.9 tm) de HCFC-141b utilizadas en México para la fabricación de aerosoles técnicos.²² El costo total ascendió a 520.916 \$EUA, con una relación costo-beneficio de 3.80 \$EUA/kg (por debajo del umbral costo-beneficio de 4.40 \$EUA/kg establecido para CFC). La empresa escogió los siguientes propelentes: hidrocarburos, HFC-152a, HFC-134a, y una mezcla de HFC-365mfc/HFC-227ea.²³ Conforme a lo dispuesto en la decisión 62/9, se solicitaron sobrecostos de operación para un año, los que representaron cerca del 40 por ciento del total.

RECOMENDACIÓN

36. El Comité Ejecutivo podrá estimar oportuno:

- Tomar nota del 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, incluyendo las sustancias controladas eliminadas y las sustancias alternativas introducidas, que recoge el documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/86/91; y
- Tomar en consideración los antecedentes contenidos en el documento citado en el párrafo a) anterior durante el desarrollo de parámetros de costos para la reducción de HFC en países del artículo 5.

²² UNEP/OzL.Pro/ExCom/63/42.

²³ El potencial de calentamiento atmosférico del HFC-134a y del HFC-365mfc/HFC-227ea asciende respectivamente a 1.430 y 964. Como parte del análisis del impacto climático del proyecto, la Secretaría determinó que la conversión generaría un ahorro de 133.531 toneladas PAO de CO₂ equivalente.