



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

Distr.  
GENERAL

UNEP/OzL.Pro/ExCom/93/60  
23 de noviembre de 2023

ESPAÑOL  
ORIGINAL: INGLÉS



COMITÉ EJECUTIVO DEL FONDO MULTILATERAL  
PARA LA APLICACIÓN DEL  
PROTOCOLO DE MONTREAL  
Nonagésima tercera reunión  
Montreal, 15 – 19 de diciembre de 2023  
Cuestión 9 d) del orden del día provisional<sup>1</sup>

**PROPUESTAS DE PROYECTOS: INDIA**

El presente documento recoge las observaciones y recomendaciones de la Secretaría sobre las siguientes propuestas de proyectos:

Refrigeración (HFC)

- Conversión de R-407C y R-410A a HFC-32 en la fabricación de aparatos de aire acondicionado comerciales ligeros tipo paquete y por conducto, en Voltas Limited PNUD
- Demostración/conversión de R-404A y R-407C a tecnología de bomba de calor con CO<sub>2</sub> transcrito en el sector de fabricación de equipos de refrigeración para procesamiento de alimentos y almacenamiento en frío, en Mech Air Industries. PNUD
- Conversión de HFC-134a a propano (R-290) en la fabricación de aparatos de refrigeración comercial, en Rockwell Industries Limited PNUD

Eficiencia energética

- Conversión de HFC-134a a propano (R-290) en la fabricación de aparatos de refrigeración comercial en Rockwell Industries Limited (asistencia técnica para mejorar la eficiencia energética de los equipos convertidos). PNUD
- Diseño y desarrollo de un compresor rotativo energéticamente eficiente a escala piloto, junto con un intercambiador de calor de microcanales compatible con la tecnología R- 290, en Godrej & Boyce Mfg. Ltd., para su uso en la fabricación de acondicionadores de aire para habitaciones. Alemania

<sup>1</sup> UNEP/OzL.Pro/ExCom/93/1

**HOJA DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS - PROYECTOS NO PLURIANUALES  
INDIA**

**TÍTULO DEL PROYECTO**

**ORGANISMO DE EJECUCIÓN**

Conversión de R-407C y R-410A a HFC-32 en la fabricación de aparatos comerciales ligeros de aire acondicionado tipo paquete y por conductos, en Voltas Limited, Vadodara.	PNUD
---	------

<b>ORGANISMO NACIONAL DE COORDINACIÓN</b>	Unidad del Ozono, Ministerio de Medio Ambiente, Bosques y Cambio Climático, gobierno de la India
---	--

**CONSUMO MÁS RECIENTE NOTIFICADO DE LAS SUSTANCIAS OBJETO DEL PROYECTO**

**A: DATOS EN VIRTUD DEL ARTÍCULO 7 (2022)**

R-407C	444,55* tm	788 563 ton. CO <sub>2</sub> e
R-410A	-740,05 tm**	-1 544 848 ton. CO <sub>2</sub> e**

**B: DATOS SECTORIALES DEL PROGRAMA NACIONAL (2022)**

R-407C	812,05 toneladas	1 440 453 ton. CO <sub>2</sub> e
R-410A	3 814,35 toneladas	7 962 406 ton. CO <sub>2</sub> e

<b>Consumo de HFC restantes y admisibles para financiamiento<sup>2</sup></b>	tm	n/c
	Ton. CO <sub>2</sub> e	n/c

<b>ASIGNACIONES EN EL PLAN ADMINISTRATIVO DEL AÑO EN CURSO</b>	<b>Empresa</b>	<b>Financiación (\$EUA)</b>	<b>Eliminación (tm)</b>	
	Voltas	2 500 000	Tm	n/c
			Ton. CO <sub>2</sub> e	n/c

<b>Detalles</b>	<b>Unidad</b>	<b>R-407C</b>	<b>R-410A</b>
HFC utilizado en la empresa	tm	30,29	4,63
	Ton. CO <sub>2</sub> e	53 728	9 655
Eliminación de HFC mediante este proyecto	tm	30,29	4,63
	Ton. CO <sub>2</sub> e	53 728	9 655
Alternativas a los HFC por introducir	<b>Unidad</b>	<b>HFC-32</b>	
	tm		27,93
	Ton. CO <sub>2</sub> e		18 854
Duración del proyecto (meses)			24
Monto inicial solicitado (\$EUA)			933 537
Costos finales del proyecto (\$EUA)			
Costos adicionales de capital			244 500
Imprevistos (10% de equipos)			0
Costos adicionales de explotación*.			178 061
Costo total del proyecto			422 561
Propiedad local (%)			100
Componente de exportación (%)			0
Donación solicitada (\$EUA)			422 561
Relación de costo-eficacia	\$EUA/kg		12,10
	\$EUA/ton. CO <sub>2</sub> e		6,67
Gastos de apoyo del organismo de ejecución (\$EUA)			29 579
Costo total del proyecto para el Fondo Multilateral (\$EUA)			452 140
Financiación de contraparte (sí/no)			Sí
Hitos de supervisión del proyecto incluidos (sí/no)			Sí

\* El consumo calculado es inferior al uso notificado en el informe de datos de programa de país, ya que el país también produce HFC-32, HFC-125 y HFC-134a; en consecuencia, el uso puede reflejar la fabricación de la mezcla a partir de los componentes de HFC constituyentes producidos en India.

\*\* Un consumo negativo calculado se debe a que el país exportó más R-410A del que importó. El país también produce HFC-125 y HFC-32; por consiguiente, las exportaciones de R-410A pueden estar asociadas a cantidades de R-410A fabricadas mezclando los componentes de HFC constituyentes producidos en el país.

<b>RECOMENDACIÓN DE LA SECRETARÍA</b>	Consideración individual
---------------------------------------	--------------------------

<sup>2</sup> No es aplicable: la base para el país se establecerá en 2028, estando en el Grupo 2

## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1. En nombre del gobierno de India, el PNUD presentó una propuesta para un proyecto de conversión de la fabricación de aparatos de aire acondicionado comerciales ligeros tipo paquete y por conducto en Voltas Limited (Voltas), Vadodara, de R-407C y R-410A a HFC-32, por un costo total de 933 537 \$EUA, más 65 348 \$EUA para gastos de apoyo del organismo, tal como se presentó originalmente.

### Objetivo del proyecto

2. El proyecto eliminará 30,29 toneladas métricas (tm) de R-407C y 4,63 tm de R-410A (63 383 ton. CO<sub>2</sub>e) consumidas anualmente en Voltas por una línea de fabricación de aparatos de aire acondicionado tipo paquete y por conductos de diversas capacidades de refrigeración, mediante la conversión a HFC-32.

### Consumo de HFC y antecedentes sectoriales

3. La refrigeración de espacios es el mayor segmento de la demanda de refrigeración en India, y representa alrededor del 76 por ciento de la demanda total del país. Dada la limitada penetración de esos equipos de refrigeración en el país, se estima que la demanda se multiplicará por 11 en los próximos 20 años.<sup>3</sup>

4. Los sistemas de aire acondicionado por conductos y tipo paquete, incluido los aparatos de techo y los aparatos tipo paquete de interior, también se conocen como sistemas comerciales ligeros y unitarios en el segmento de aire acondicionado comercial. Habitualmente estos aparatos se utilizan para la climatización de edificios comerciales de mediano tamaño. En India se fabrican sistemas de aire acondicionado por conductos y tipo paquete, que van desde 3 toneladas de refrigeración (TR) hasta 24 TR, utilizando un solo compresor para capacidades de refrigeración de hasta 10 TR y varios compresores a partir de entonces. La mayoría de estos aparatos se fabrican e instalan con R-407C y R-410A, salvo algunos que utilizan HCFC-22. La fabricación de estos aparatos con HCFC-22 se está convirtiendo a HFC-32 en la etapa III del plan de gestión de eliminación de HCFC. La fabricación de todos los equipos que utilizan HCFC cesará el 1 de enero de 2025, de conformidad con las Normas sobre Sustancias que Agotan la Capa de Ozono (Regulación y Control) de 2000 y sus Enmiendas.

5. En su informe de datos del programa de país de 2022, India notificó el uso de 812,05 tm y 3 814,35 tm de R-407C y R-410A, respectivamente. Ambas sustancias se utilizan para la fabricación y el mantenimiento de aparatos de aire acondicionado de habitación, por conductos y tipo paquete, y otros equipos. Si bien India presentó los informes de datos de su programa de país para 2021 y 2022, los informes sólo proporcionan el consumo por sustancia y mezcla, pero aún no ofrecen un desglose de los usos sectoriales, inclusive entre fabricación y servicio. En la 88ª reunión, el Comité Ejecutivo aprobó actividades de apoyo para la reducción de los HFC en el país; la ejecución de dichas actividades ayudará al gobierno a actualizar sus datos de los programas de país de 2021 y 2022, proporcionando a la Secretaría el desglose sectorial de usos para marzo de 2024.

### Antecedentes de la empresa

6. Voltas es el mayor y más antiguo fabricante de equipos de aire acondicionado del país. Fundada en 1954, la empresa fabrica una amplia gama de equipos de refrigeración y aire acondicionado, incluido acondicionadores de aire para habitación, sistemas tipo paquete y por conductos, aparatos con caudal de refrigerante variable, enfriadores con compresor helicoidal y equipos de refrigeración de baja temperatura para procesamiento y almacenamiento de alimentos.

7. Voltas tiene fábricas en Uttarakhand y Gujarat (Waghodia, Vadodara). Estas últimas instalaciones no fabrican acondicionadores de aire para habitaciones, sino que se centran en aparatos de aire

<sup>3</sup> Plan de Acción de Refrigeración de la India (ICAP, por su sigla en inglés), 2019.

acondicionado tipo paquete y por conducto, enfriadores (enfriadores con compresor helicoidal, refrigerados por aire y de tornillo refrigerados por agua) y equipos de refrigeración de baja temperatura que utilizan HFC-134a, R-407C, R-410A, R-404A y HFC-32.

#### Consumo empresarial de HFC

8. Las instalaciones de fabricación de Voltas en Waghodia, Vadodara, cuentan con cinco líneas de fabricación de equipos comerciales de aire acondicionado y refrigeración. Dos líneas fabrican sistemas tipo paquete y por conducto, una de las cuales utilizaba HCFC-22 y se está convirtiendo a HFC-32 bajo la etapa III del plan de gestión de eliminación de los HCFC, mientras que la otra fabrica aparatos de R-407C y R-410A y se convertirá a HFC-32 en el marco de este proyecto; dos líneas fabrican enfriadores de tornillo y centrífugos que utilizan HCFC-134a; y una línea fabrica refrigeradores comerciales de baja temperatura que utilizan R-404A. La empresa también tiene una línea de fabricación de intercambiadores de calor (condensador y serpentinillas de refrigeración).

9. En 2022 la línea a convertir fabricó un total de 4 753 aparatos de sistemas de aire acondicionado tipo paquete y por conductos, con un consumo asociado de 30,29 tm de R-407C y 4,63 tm de R-410A. Se fabrican 21 modelos, 14 basados en R-407C y los otros siete, en R-410A. El consumo asociado a la fabricación en la línea durante los últimos cuatro años se indica en el Cuadro 1:

**Tabla 1: Consumo (kg) de R-407C y R-410A en la línea de fabricación**

Mezcla de HFC	2019	2020	2021	2022
R-407C	22 852	18 197	30 272	30 289
R-410A	5 577	7 155	7 936	4 625

#### Descripción del proyecto

10. La línea de fabricación restante de aparatos de aire acondicionado tipo paquete y por conducto con R-407C y R-410A se convertirá a HFC-32 en el marco del proyecto. Se seleccionó el HFC-32 luego de evaluar exhaustivamente los méritos relativos de las distintas tecnologías, teniendo en cuenta la estructura de la industria, la aplicación, la seguridad, la disponibilidad y la relación de costo a eficacia. En particular, el gobierno consideró que, dada la carga de refrigerante del equipo, los refrigerantes de bajo potencial de calentamiento atmosférico utilizados para los sistemas split de capacidad pequeña no son viables para esta aplicación; por lo tanto, el gobierno estimó que la única opción para esta aplicación era utilizar un refrigerante de potencial de calentamiento atmosférico medio/más bajo como el HFC-32.

11. Para garantizar la seguridad, el proyecto propone aplicar los siguientes cambios: puestos de carga de refrigerantes diseñados para refrigerantes inflamables, equipos de comprobación de fugas y zonas ignífugas con sistemas especiales de supervisión; rediseño de todos los modelos fabricados; cambio a compresores diseñados para HFC-32; formación de la mano de obra sobre el manejo y el uso de refrigerantes inflamables; almacenamiento seguro de los productos acabados; almacenamiento seguro de los cilindros de refrigerantes; y auditoría de seguridad luego de la conversión.

#### Costos del proyecto

12. Se solicitaron costos adicionales de capital para el rediseño, la creación de prototipos y las pruebas del producto; el almacenamiento y la distribución de refrigerantes; las modificaciones de la línea de montaje (incluido las modificaciones de procesamiento de chapas metálicas, la máquina de carga y las modificaciones del puesto de carga, las bombas de vacío, el equipo de prueba de presión y los detectores de fugas); la modificación de la instalación de pruebas; la seguridad contra incendios de la planta y la formación en seguridad; la inspección de calidad; la certificación del producto; y la asistencia técnica, tal como se resume en el Cuadro 2.

**Cuadro 2. Costos adicionales de capital propuestos para la conversión de una línea de fabricación de aire acondicionado comercial en Voltas**

Descripción	Precio unitario (\$EUA)	Cantidad	Costo total (\$EUA)
Rediseño de productos, creación de prototipos y pruebas	2 500	21	52 500
Transformación de chapa metálica	70 000	1	70 000
Modificaciones de la zona de carga	20 000	1	20 000
Equipo de pruebas de presión (instalación de aire comprimido)	10 000	2	20 000
Bombas de vacío antideflagrantes (alta resistencia)	7 500	2	15 000
Equipo de carga de refrigerante (puesto)	65 000	1	65 000
Detectores de fugas industriales	7 500	4	30 000
Modificación de las instalaciones de pruebas	60 000	1	60 000
Sistema integrado de seguridad contra incendios de la planta, procedimientos operativos normalizados y formación en seguridad	60 000	1	60 000
Asistencia técnica	90 000	1	90 000
Inspección, acabado y pruebas de calidad	10 000	1	10 000
Certificación de productos	2 000	21	42 000
Imprevistos	10 %		53 450
<b>Total de costos adicionales de capital</b>			<b>587950</b>

13. Se calcularon costos adicionales de explotación de 345 587 \$EUA, basados en la diferencia de precio de los refrigerantes y en una reducción del 20 por ciento de la carga,<sup>4</sup> el cambio de componentes eléctricos (40 \$EUA/unidad) y el cambio de compresor (50 \$EUA/unidad y 20 \$EUA/unidad para el R-407C y el R-410A, respectivamente), así como en la fabricación en 2022 de 581 aparatos de aire acondicionado tipo paquete con R-407C, 3 331 aparatos de aire acondicionado tipo split y por conductos con R-407C y 841 aparatos de aire acondicionado tipo split y por conductos con R-410A.

14. Sobre la base de la solicitud de financiación de 933 537 \$EUA, tal como se ha presentado, la relación general de costo a eficacia de la conversión del uso de R 407C y R-410A a HFC-32 en la línea de fabricación de sistemas comerciales ligeros de aire acondicionado (tipo paquete y por conductos) en Voltas, que se llevará a cabo durante un período de 24 meses, asciende a 26,74 \$EUA/kg y está previsto que elimine 30,29 tm de R-407C y 4,63 tm de R-410A (63 383 toneladas CO<sub>2</sub>e). El Cuadro 3 muestra un resumen de los costos del proyecto y los resultados previstos, tal como se presentaron.

**Cuadro 3 Costos totales solicitados para la conversión de una línea de fabricación de aire acondicionado comercial en Voltas**

Partida	Costo en \$EUA
Costos adicionales de capital	587 950
Costos adicionales de explotación	345 587
<b>Total solicitado</b>	<b>933 537</b>
Eliminación de HFC de la línea financiada (tm)	34,914
Relación de costo a eficacia (\$EUA/kg)	26,74
(\$EUA/ton. CO <sub>2</sub> e)	21,00*

\* Tal como se presentó, la relación de costo a eficacia calculada tuvo en cuenta que se introducirían 27,93 tm de HFC-32. Si esta introducción se excluye, los resultados de la relación de costo a eficacia son de 14,73 \$EUA/ton. CO<sub>2</sub>e.

<sup>4</sup> El precio del R-407C y del HFC-32 era de 6,50 \$EUA/kg y el del R-410A de 9 \$EUA/kg. Los datos del programa de país no contienen los precios.

## OBSERVACIONES Y RECOMENDACIÓN DE LA SECRETARÍA

### OBSERVACIONES

#### Relación con la etapa I del plan de aplicación de Kigali y sostenibilidad de las reducciones de HFC

15. El proyecto se presentó de conformidad con la decisión 87/50 e) antes de la etapa I de un plan de ejecución de las actividades relativas a los HFC conforme a la Enmienda de Kigali (plan de aplicación de Kigali). La Secretaría observó que se esperaba que la financiación de la preparación del proyecto para la etapa I del plan de aplicación de Kigali del país se presentase en 2024 y la etapa I en 2025 o 2026, y trató de comprender mejor la relación del proyecto con la etapa I del plan de aplicación de Kigali del país.

16. El PNUD explicó que, de conformidad con la ratificación por parte de la India de la Enmienda de Kigali en septiembre de 2021, y con el apoyo de las actividades de apoyo aprobadas en la 88ª reunión, el gobierno estaba desarrollando una estrategia nacional para la reducción de los HFC en consulta con las partes interesadas. En consecuencia, en este momento el gobierno no estaba en condiciones de determinar si las empresas restantes que fabrican aparatos de aire acondicionado comerciales ligeros con R-407C y R 410A convertirían sus líneas dentro de la etapa I del plan de aplicación de Kigali. Si bien todavía no podía determinarse la relación entre el proyecto y las actividades que se emprenderían en dicho plan, el PNUD hizo hincapié en que el proyecto generaría confianza en la viabilidad de las tecnologías de bajo potencial de calentamiento atmosférico y enviaría una señal temprana al mercado sobre la próxima reducción de los HFC.

17. A pesar de que el nexo de la conversión en Voltas con el plan de aplicación de Kigali del país aún no estaba claro y de que el consumo de la línea era pequeño en relación con el del país, la Secretaría observó que la conversión abordaba un sector que crecía rápidamente; que dicho crecimiento probablemente se inclinaría hacia los HFC de alto potencial de calentamiento atmosférico en ausencia de intervenciones; y que una acción temprana contribuiría significativamente a la reducción del país. Dado la conversión de la línea de fabricación de Voltas en la etapa III del plan de gestión de eliminación de HCFC a la misma tecnología, y de la amplia adopción de la tecnología HFC-32 en aplicaciones de aire acondicionado en la región, la Secretaría consideró que el riesgo para la sostenibilidad de la conversión era escaso.

#### Deducción de las reducciones de HFC del punto de partida

18. La eliminación de 63 383 ton. CO<sub>2</sub>e (30,29 tm de HFC-407C y 4,63 tm de R-410A) resultante de la aprobación del presente proyecto se deducirá del consumo de HFC del país admisible para financiación identificado en el plan de aplicación de Kigali. Por consiguiente, una vez establecido el punto de partida para la reducción acumulativa sostenida del consumo de HFC, las reducciones propuestas por este proyecto deberán deducirse de conformidad con la metodología acordada en las directrices sobre costos de HFC (actualmente en debate).

#### Cuestiones técnicas y de costos

19. La Secretaría y el PNUD trataron detalladamente cada uno de los elementos necesarios para la conversión en Voltas. En particular, la Secretaría observó que la empresa había recibido financiación en la etapa III del plan de gestión de eliminación de HCFC para la conversión a la misma alternativa en otra línea de fabricación del mismo tipo de equipo en las mismas instalaciones. Sobre esa base, la Secretaría propuso que se ajustaran varios de los costos solicitados, incluido los de diseño de productos, creación de prototipos y pruebas, certificación de productos y asistencia técnica; y armonizar los costos con los acordados en la etapa III, incluidos los de procesamiento de chapas de metal, modificaciones del área de carga y la máquina de carga. Teniendo en cuenta que el R-410A y el HFC-32 tienen presiones de funcionamiento comparables, y que el equipo de pruebas de presión de base ya podía alcanzar la presión necesaria, pero probablemente había superado su vida útil, la empresa acordó cofinanciar dicho equipo. Además, la empresa aceptó, con carácter excepcional, no solicitar fondos para imprevistos.

20. En la etapa III del plan de gestión de eliminación de HCFC, no se solicitó financiación para modificar la instalación de pruebas de desempeño. El PNUD explicó que, en la etapa III, la empresa había previsto subcontratar las pruebas de los equipos; que dicho enfoque ya no sería viable con la conversión de la segunda línea; y que dicha subcontratación aumentaría efectivamente los costos adicionales de explotación. La Secretaría señaló que, en el marco de otros proyectos, se había proporcionado financiación para modernizar los laboratorios de pruebas a fin de permitir la realización de pruebas seguras de equipos basados en alternativas inflamables, y que se estaba recomendando a la presente reunión la aprobación de varios proyectos que incluían dicha financiación. En consonancia con esos proyectos y teniendo en cuenta que la conversión de esta segunda línea de fabricación en la empresa requeriría inversiones adicionales para la seguridad contra incendios de la planta, los costos asociados con la modificación de la instalación de pruebas y la seguridad contra incendios de la planta se acordaron en 75 000 \$EUA, lo que resulta en unos costos adicionales de capital convenidos de 244 500 \$EUA.

21. La Secretaría señaló que, si bien los costos adicionales de explotación se habían acordado en 3,80 \$EUA/kg para la conversión en la etapa III del plan de gestión de eliminación de HCFC, existía incertidumbre en su determinación, que dependía del precio relativo de los refrigerantes, los compresores y el cambio de componentes eléctricos, que podía variar con el tiempo. En vista de esa incertidumbre, los costos adicionales de explotación se acordaron en 5,10 \$EUA/kg, un punto medio entre los costos adicionales de explotación acordados en la etapa III y los 6,30 \$EUA/kg para el sector de aire acondicionado acordados para la eliminación de HCFC en virtud de la decisión 74/50. Los costos acordados para la conversión de la línea de fabricación de sistemas comerciales ligeros de aire acondicionado a HFC-32 en Voltas Limited se indican en la Tabla 4.

**Tabla 4. Costos acordados de la conversión a HFC-32 en Voltas**

Descripción	Costo (\$EUA) propuesto	Costo (\$EUA) acordado
Rediseño de productos, creación de prototipos y pruebas	52 500	31 500
Transformación de chapa metálica	70 000	15 000
Modificaciones de la zona de carga	20 000	10 000
Equipo de pruebas de presión (instalación de aire comprimido)	20 000	0
Bombas de vacío antideflagrantes (alta resistencia)	15 000	10 000
Equipo de carga de refrigerante (puesto)	65 000	37 000
Detectores de fugas industriales	30 000	30 000
Pruebas de modificación de las instalaciones, seguridad contra incendios de la planta y formación	120 000	75 000
Asistencia técnica	90 000	5 000
Inspección, acabado y pruebas de calidad	10 000	10 000
Certificación de productos	42 000	21 000
Imprevistos	53 450	0
<b>Total de costos adicionales de capital</b>	<b>587 950</b>	<b>244 500</b>
Costos adicionales de explotación	345 587	178 061
<b>Costo total del proyecto</b>	<b>933 537</b>	<b>422 561</b>
Eliminación del consumo de HFC (tm)	34,91	34,91
HFC por eliminar: R-407C (tm)	30,29	30,29
HFC por eliminar: R-410A (tm)	4,62	4,62
Eliminación del consumo de HFC (ton. CO <sub>2</sub> e)	63 383	63 383
Relación costo eficacia	(\$EUA/kg)	26,74
	(\$EUA/ton.CO <sub>2</sub> e)	14,73
		6,67

22. La Secretaría señala que, a falta de directrices sobre costos para la eliminación de HFC, este proyecto se ha examinado caso por caso. Sobre la base de la información disponible en el momento de la revisión, la Secretaría considera que los costos acordados son la mejor estimación de los costos adicionales generales de la conversión; sin embargo, estas estimaciones podrían cambiar, según las características específicas de las empresas participantes, a medida que se disponga de más información. En particular, la

Secretaría observa que, debido a la asistencia prestada a la empresa en el marco de la etapa III, los costos de la conversión son inferiores a los que cabría esperar para otras empresas que fabrican equipos comerciales ligeros de aire acondicionado a base de HFC que no hubieran recibido dicha asistencia y, por consiguiente, que los costos acordados no deberían constituir un precedente.

#### Impacto climático del proyecto

23. Los beneficios anuales de emisiones directas del proyecto pueden estimarse basándose en la eliminación del consumo de R-407C y R-410A de la línea de fabricación (63 383 ton CO<sub>2</sub>e) y teniendo en cuenta que se introducirán gradualmente 27,93 tm (18 854 ton. CO<sub>2</sub>e) de HFC-32, lo que supone una reducción anual de 44 529 ton. CO<sub>2</sub>e. La Secretaría no ha estimado los beneficios climáticos que pueden obtenerse mediante mejoras en la eficiencia energética de los equipos fabricados en la línea convertida.

#### Plan administrativo para 2023-2025

24. Este proyecto está incluido en el plan administrativo de 2023-2025 del Fondo Multilateral en 2 500 000 \$EUA, incluyendo los gastos de apoyo del organismo. Los costos acordados son 2 039 408 \$EUA, inferiores al valor que figura en el plan administrativo.

### **RECOMENDACIÓN**

25. El Comité Ejecutivo podría considerar:

- a) Aprobar la propuesta de proyecto para la conversión de la fabricación de sistemas comerciales ligeros de aire acondicionado en Voltas Limited, del uso de R-407C y R-410A a HFC-32, por un monto de 422 561 \$EUA, más 29 579 \$EUA como gastos de apoyo del organismo para el PNUD, quedando entendido que:
  - i) Del punto de partida de las reducciones acumulativas sostenidas del consumo de HFC se deducirían 63 383 ton. CO<sub>2</sub>e de HFC (30,29 tm de R-407C y 4,63 tm de R-410A), una vez que se hubiera establecido, y que esta deducción se llevaría a cabo de conformidad con la metodología acordada en las directrices sobre los costos de los HFC que actualmente se están debatiendo;
  - ii) El presente proyecto se integraría en la etapa I del plan de ejecución de Kigali de la India, una vez que el plan se hubiera formulado plenamente para someterlo a la consideración del Comité Ejecutivo; y
  - iii) Los costos aprobados no constituirían un precedente para futuras propuestas de proyectos de inversión individuales de HFC.



## HOJA DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS - PROYECTOS NO PLURIANUALES INDIA

**TÍTULO DEL PROYECTO****ORGANISMO  
DE  
EJECUCIÓN**

Demostración/conversión de R-404A y R-407C a tecnología de bomba de calor de CO <sub>2</sub> transcrito en el sector de fabricación de equipos de refrigeración para procesamiento de alimentos y almacenamiento en frío, en Mech Air Industries, Vadodara.	PNUD
---	------

<b>ORGANISMO NACIONAL DE COORDINACIÓN</b>	Unidad de Ozono, Ministerio de Medio Ambiente, Bosques y Cambio Climático, gobierno de la India
---	---

**CONSUMO MÁS RECIENTE NOTIFICADO DE LAS SUSTANCIAS OBJETO DEL PROYECTO****A: DATOS EN VIRTUD DEL ARTÍCULO 7 (2022)**

R-404A	1 038,27 tm	4 071 644 ton. CO <sub>2</sub> e
R-407C	444,55* tm	788 563 ton. CO <sub>2</sub> e

**B: DATOS SECTORIALES DEL PROGRAMA DE PAÍS (2022)**

R-404A	1 038,27 tm	4 071 644 ton. CO <sub>2</sub> e
R-407C	812,05 tm	1 440 453 ton. CO <sub>2</sub> e

<b>Consumo de HFC restantes y admisibles para financiación<sup>5</sup></b>	Tm	n/c
	Ton. CO <sub>2</sub> e	n/c

ASIGNACIONES EN PLAN ADMINISTRATIVO DEL AÑO EN CURSO	Empresa	Financiación (\$EUA)	Eliminación (tm)	
	Mech Air	2 500 000	tm	n/c
			Ton. CO <sub>2</sub> e	n/c

Detalles	Unidad	R-404A	R-407C
HFC utilizado en la empresa	tm	1,20	0,54
	Ton. CO <sub>2</sub> e	4 706	956
Eliminación de HFC mediante este proyecto	tm	1,20	0,54
	Ton. CO <sub>2</sub> e	4 706	956
Alternativas a los HFC por introducir	<b>Unidad</b>	<b>CO<sub>2</sub></b>	
	tm	1,39	
	Ton. CO <sub>2</sub> e	1,39	
Duración del proyecto (meses)		24	
Monto inicial solicitado (\$EUA)		322 452	
Costo final del proyecto (\$EUA)		322 452	
Costos adicionales de capital		222 500	
Imprevistos (10 % de equipo)		22 250	
Costos adicionales de explotación*		77 702	
Costo total del proyecto		322 452	
Propiedad local (%)		100	
Componente de exportación (%)		0	
Donación solicitada (\$EUA)		322 452	
Relación de costo-eficacia	\$EUA/kg	127,85	
	\$EUA/ton. CO <sub>2</sub> e	39,30	
Gastos de apoyo del organismo de ejecución (\$EUA)		22 752	
Costo total del proyecto para el Fondo Multilateral (\$EUA)		345 024	
Financiación de contraparte (sí/no)		Sí	
Hitos de supervisión del proyecto incluidos (sí/no)		Sí	

\* El consumo calculado es inferior al uso notificado en el informe de datos de programa de país, ya que India también produce HFC-32, HFC-125 y HFC-134a; en consecuencia, el uso puede reflejar la fabricación de la mezcla a partir de los componentes de HFC constituyentes producidos en el país.

<sup>5</sup>No es aplicable: la base para el país se establecerá en 2028, estando en el Grupo 2.

<b>RECOMENDACIÓN DE LA SECRETARÍA</b>	Consideración individual
---------------------------------------	--------------------------

## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

26. En nombre del gobierno de India, el PNUD presentó una propuesta para un proyecto de conversión de la fabricación de equipos de refrigeración para procesamiento de alimentos y almacenamiento en frío en Mech Air Industries, Vadodara (Mech Air), de R-404A y R-407C a la tecnología de bomba de calor de CO<sub>2</sub> transcrítico por un costo total de 322 452 \$EUA, más 22 572 \$EUA en gastos de apoyo del organismo, tal como se presentó originalmente.

### Objetivo del proyecto

27. El proyecto eliminará 1,20 toneladas métricas (tm) de R-404A y 0,54 tm de R-407C (5.661 ton. CO<sub>2</sub>e) consumidas anualmente por una línea de fabricación de equipos de refrigeración para procesamiento de alimentos y almacenamiento en frío en Mech Air, mediante la conversión a la tecnología de bomba de calor de CO<sub>2</sub> transcrítico.

28. Asimismo el proyecto tiene por objetivo demostrar la viabilidad técnica de la tecnología de bomba de calor de CO<sub>2</sub> transcrítico para la refrigeración y calefacción simultáneas de equipos de procesamiento de alimentos en condiciones climáticas cálidas y húmedas.

### Consumo de HFC y antecedentes sectoriales

29. En el informe de datos de su programa de país para 2022, India notificó un consumo de R-404A y R-407C de 1 038,27 tm (4 071 644 ton. CO<sub>2</sub>e) y 812,05 tm (1 440 453 ton. CO<sub>2</sub>e), respectivamente.

30. La refrigeración relacionada con el procesamiento de alimentos y la cadena de frío representa una pequeña parte de la demanda acumulativa de refrigeración en el país, pero se espera que crezca rápidamente debido a la urbanización, el desarrollo económico y la baja penetración actual de equipos de refrigeración. Además, el reconocimiento de la importancia de esos equipos para el procesamiento de alimentos y el papel de la cadena de frío en la reducción del deterioro de los alimentos perecederos contribuyen a la creciente demanda de equipos de refrigeración, en particular, aparatos de procesamiento de alimentos, almacenes de envasado, transporte refrigerado y cámaras de maduración, necesarios para crear una cadena de frío ininterrumpida. El consumo actual de refrigerantes en este sector se estima en 3 000 tm, pero se espera que crezca hasta las 9 000 tm en 2038.<sup>6</sup>

31. El amoníaco es el principal refrigerante utilizado en la refrigeración industrial, pero los HFC (por ejemplo, el R-404A, R-407C y R-507A) se utilizan en algunos equipos debido a condiciones específicas y restricciones en el uso del amoníaco, así como alternativa a los antiguos equipos que utilizan HCFC-22 y R-502. Ahora los fabricantes se plantean la transición a algunos refrigerantes de bajo potencial de calentamiento atmosférico, como el CO<sub>2</sub> y los hidrocarburos o las mezclas de HFC/HFO de bajo potencial de calentamiento atmosférico, ya que la aceptación en el mercado es cada vez mayor debido a consideraciones ambientales.

### Antecedentes de la empresa

32. Mech Air es una empresa familiar fundada en junio de 1998 que fabrica productos de refrigeración, como cámaras frigoríficas, túneles de congelación y equipos de refrigeración con cámara de maduración. Mech Air diseña y desarrolla equipos de refrigeración personalizados para estas aplicaciones y ejecuta proyectos llave en mano para la gestión posterior a la cosecha, la gestión de la cadena de frío, el procesamiento de alimentos y otras aplicaciones. La empresa también fabrica los intercambiadores de calor necesarios para los equipos producidos.

<sup>6</sup> ICAP (Plan de Acción de Refrigeración de la India) 2019

Consumo empresarial de HFC

33. En 2002, Mech Air Industries empezó a fabricar equipos de refrigeración para cámaras frigoríficas, Túneles de congelación y cámaras de maduración, utilizando R-404A y R-407C. En el Cuadro 1 se muestra el número de aparatos producidos en 2022 y el consumo de R-404A y R-407C en la empresa para 2020-2022.

**Tabla 1. Consumo de HFC en Mech Air**

Aplicaciones	Refrigerante	Producción 2022 (aparatos)	Carga de refrigerante (kg/unidad)	Consumo (kg)		
				2020	2021	2022
Cámaras frigoríficas	R-404A	150	5	750	730	750
Túneles de congelación	R-404A	25	18	450	420	450
Cámaras de maduración	R-407C	90	6	540	525	540
Recarga <i>in situ</i> (uso)	R-404A			400	900	1,500

Descripción del proyecto

34. Mech Air convertirá la línea de fabricación de equipos de procesamiento de alimentos, cámaras frigoríficas, túneles de congelación y aparatos de maduración de R-404A y R-407C a tecnología con CO<sub>2</sub>.

35. La mayoría de los equipos fabricados por Mech Air se personalizan en función de la aplicación y de los requisitos de humedad y temperatura de funcionamiento. Para la conversión se ha seleccionado la tecnología basada en CO<sub>2</sub> transcrito en modo de bomba de calor, ya que se trata de una alternativa energéticamente eficiente de bajo potencial de calentamiento atmosférico que podría proporcionar refrigeración y agua caliente, necesarias en las industrias láctea, marina y de procesamiento de alimentos.

36. La conversión a un refrigerante de alta presión como el CO<sub>2</sub> requiere cambios en el producto, los procesos de fabricación, los equipos y las instalaciones de prueba. Las modificaciones que deben introducirse en el producto y en las líneas de fabricación de Mech Air incluyen el rediseño de todos los productos fabricados; modificaciones en el procesamiento de chapas metálicas y en la fabricación de intercambiadores de calor (incluido la sustitución del troquel de punzonado de aletas, el doblador de tubos, el expansor hidráulico de tubos y el equipo de soldadura fuerte); modificación del equipo de pruebas de presión; sustitución de la máquina de carga de refrigerante y de las bombas de vacío; cambios en la instalación de pruebas de desempeño; asistencia técnica; formación del personal; ensayos y pruebas de los productos; y seguridad de los productos.

Costos del proyecto

37. El costo total de la conversión de la línea de fabricación de Mech Air de R-404A y R-407C a la tecnología de bomba de calor con CO<sub>2</sub> transcrito es de 322 452 \$EUA, de los cuales 244 750 \$EUA corresponden a costos adicionales de capital y 77 702 \$EUA a costos adicionales de explotación.

38. Los costos adicionales de capital se calculan sobre la base de las modificaciones descritas en el párrafo 36. Los costos adicionales de explotación se calculan sobre la base de los costos adicionales relacionados con el cambio de compresor (250 \$EUA por unidad para el almacenamiento en frío y la cámara de maduración, y 400 \$EUA para los túneles de congelación); el cambio de componentes eléctricos y controles (70 \$EUA por unidad para el almacenamiento en frío y la cámara de maduración, y 115 \$EUA por unidad para los túneles de congelación), y el ahorro relacionado con el cambio de refrigerante (36,78 \$EUA por unidad de cámara frigorífica, 133,41 \$EUA por unidad de túnel de congelación y 34,96 \$EUA por unidad de cámara de maduración). El total de costos adicionales de explotación por unidad de almacenamiento frigorífico es de 283,22 \$EUA, por túnel de congelación es de 382,59 \$EUA y por cámara de maduración es de 285,04 \$EUA.

39. Sobre la base de la solicitud de financiación, la relación general de costo a eficacia de la conversión del uso de R-404A y R-407C a la tecnología de bomba de calor de CO<sub>2</sub> transcrito en una línea de fabricación de Mech Air, aplicada durante un periodo de 24 meses, asciende a 127,85 \$EUA/kg (39,30 \$EUA/ton.CO<sub>2</sub>e) y está previsto que elimine 1,20 tm de R-404A y 0,54 tm de R-407C (5 661 ton. CO<sub>2</sub>e). El Cuadro 2 presenta un resumen de los costos adicionales del proyecto, tal como se han presentado.

**Tabla 2. Costos adicionales de capital propuestos para la conversión de Mech Air**

Descripción	Precio unitario (\$EUA)	Cantidad	Costo total (\$EUA)
Rediseño de productos, creación de prototipos y pruebas	10 000	3	30 000
Procesamiento de chapa metálica	15 000	1	15 000
Troquel de punzonado de aletas 7,5	5 000	3	15 000
Modificaciones de la zona de carga	5 000	1	5 000
Equipo de pruebas de presión (instalación de aire comprimido)	10 000	1	10 000
Bombas de vacío (alta resistencia)	5 000	1	5 000
Equipos de carga de refrigerantes	7 500	1	7 500
Detectores de fugas industriales	5 000	1	5 000
Modificación de las instalaciones de pruebas	60 000	1	60 000
Equipos de seguridad, procedimientos operativos normalizados y formación en seguridad	10 000	1	10 000
Asistencia técnica	30 000	1	30 000
Inspección, acabado y pruebas de calidad	10 000	1	10 000
Certificación de productos	5 000	4	20 000
<i>Subtotal de costos adicionales de capital</i>			<i>222 500</i>
Imprevistos	10 %		22 200
<i>Total de costos adicionales de capital</i>			<i>244 750</i>
<i>Total costos adicionales de explotación</i>			<i>77 702</i>
<b>Total de costos adicionales</b>			<b>322 452</b>
Cofinanciación			100 000
<b>Fondos solicitados al Fondo Multilateral</b>			<b>222 452</b>
Relación de costo-eficacia	\$EUA/kg		127,85
	\$EUA/ton. CO <sub>2</sub> e		39,30

## OBSERVACIONES Y RECOMENDACIÓN DE LA SECRETARÍA

### OBSERVACIONES

#### Relación con la etapa I del plan de aplicación de Kigali y sostenibilidad de las reducciones de HFC

40. La propuesta de proyecto Mech Air se presentó de conformidad con la decisión 87/50 e) antes de la etapa I del plan de aplicación de Kigali. La Secretaría observó que se esperaba que la financiación de la preparación del proyecto para la etapa I del plan de aplicación de Kigali del país se presentara en 2024 y la etapa I en 2025 o 2026 y trató de comprender mejor la relación y relevancia del proyecto con la etapa I del plan de aplicación y la estrategia general del país que determinará si estas solicitudes se abordarán en la etapa I del plan de aplicación de Kigali como parte de un enfoque sectorial o subsectorial más amplio.

41. El PNUD informó que, a partir de los datos preliminares obtenidos, se ha observado que las aplicaciones de procesamiento de alimentos y almacenamiento en frío se enfrentan a dificultades para encontrar opciones adecuadas de refrigerantes de bajo potencial de calentamiento atmosférico que no sean inflamables ni tóxicos (provenientes de los refrigerantes de fluorocarbonos), excepto algunas mezclas que

aún no se han comercializado y cuyos costos también pueden ser muy elevados. De ahí que los refrigerantes naturales como el CO<sub>2</sub> puedan ser la mejor opción para estas aplicaciones. Si bien el consumo de HFC de Mech Air es pequeño, también fabrica una amplia gama de equipos que no utilizan esas sustancias y dispone de una considerable experiencia técnica, por lo que ha demostrado un mayor interés y la empresa está dispuesta a comprometerse a adoptar esta tecnología. El PNUD espera que este proyecto contribuya a indicar que los refrigerantes naturales de bajo potencial de calentamiento atmosférico son alternativas viables para acelerar la eliminación del R-404A de alto potencial de calentamiento atmosférico en este sector.

42. El PNUD también explicó que la tecnología propuesta es eficiente desde el punto de vista energético y proporciona tanto refrigeración como calefacción, ambas necesarias en la industria de procesamiento de alimentos, y que la sostenibilidad no sería un problema, ya que la empresa, aunque su consumo fuera pequeño, tiene la capacidad técnica para adoptar la tecnología, como determinó un tercero durante una verificación *in situ*. Luego de varias rondas de conversaciones con la empresa, se llegó a la conclusión de que la conversión propuesta podría llevarse a cabo con éxito y sostenerse. Además, el perfil de los clientes de Mech Air permite la colocación de la tecnología de forma sostenible, ya que el plazo de recuperación de la inversión puede reducirse con la generalización de la tecnología. El PNUD consideró que la reducción de los HFC se llevará a cabo (aunque la cantidad sea pequeña) cumpliendo los criterios de la decisión 87/50 e). En consecuencia, el gobierno de India considera que el proyecto tiene méritos tanto para la conversión de la línea de fabricación en la empresa, como un alto potencial de replicabilidad y ampliación como parte de los futuros planes sectoriales que podrían incluirse en la etapa I del plan de aplicación de Kigali.

43. Luego de examinar la información facilitada, si bien la Secretaría reconoció con beneplácito la formulación de este proyecto, señaló las siguientes cuestiones:

- a) El consumo que debe eliminarse (menos de 2 tm) constituye una proporción insignificante de las 3 000 tm de refrigerantes que se calcula que se utilizan en el sector. La conversión de esta empresa tiene una mala relación de costo a eficacia (127,85 \$EUA/kg) y no se prevé que genere un impacto significativo ni que influya sustancialmente en la adopción de la tecnología por parte del sector;
- b) Con unos costos adicionales de explotación estimados en 44,66 \$EUA/kg, sería muy desventajoso para la empresa competir con otras empresas del sector que podrían seguir fabricando equipos similares con HFC durante al menos otros cinco o seis años (suponiendo que se convirtieran como parte de la etapa I del plan de aplicación de Kigali). Esto podría poner en peligro la competitividad de la empresa o hacer insostenible la conversión; y
- c) Dado el impacto limitado de esta conversión y el hecho de que la estrategia general para el país aún está por desarrollarse (es decir, no se ha determinado si se daría prioridad a este tipo de aplicación), no queda claro de qué manera este proyecto podría contribuir a la etapa I del plan de aplicación de Kigali.

44. Sobre la base de las consideraciones anteriores, la Secretaría considera que los beneficios potenciales de este proyecto podrían ser más claros una vez que la estrategia general esté más avanzada y se determine si estas aplicaciones se abordarían en la etapa I del plan de aplicación de Kigali, y como parte de un enfoque sectorial o subsectorial más amplio que permitiría una mejor relación de costo-eficacia, una mayor influencia en la adopción de la tecnología por parte de otras empresas de los sectores, y una mejor sostenibilidad en la adopción de la tecnología.

45. El Comité Ejecutivo decidió, en ausencia de las directrices sobre costos para la reducción de los HFC, entre otras cosas, considerar los proyectos de inversión individuales en HFC caso por caso, y sin sentar precedentes para las directrices sobre costos o cualquier proyecto futuro de inversión individual en

HFC y la etapa I de los planes de aplicación de Kigali (decisión 91/38 a)). La Secretaría presenta el proyecto a la consideración del Comité Ejecutivo de conformidad con dicha decisión.

### **RECOMENDACIÓN**

46. El Comité Ejecutivo puede querer considerar la propuesta de proyecto para la demostración/conversión de la fabricación de equipos de refrigeración para procesamiento de alimentos y almacenamiento en frío en Mech Air Industries, del uso de R-404A y R-407C como refrigerante a la tecnología de bomba de calor de CO<sub>2</sub> transcrito, a la luz de la información contenida en el documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/93/60.

**HOJA DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS - PROYECTOS NO PLURIANUALES****INDIA****TÍTULO DEL PROYECTO****ORGANISMO DE EJECUCIÓN**

Conversión de la fabricación de aparatos de refrigeración comercial en Rockwell Industries Limited, Hyderabad, del uso de HFC-134a a propano (R-290) como refrigerante.	PNUD
---	------

<b>ORGANISMO NACIONAL DE COORDINACIÓN</b>	Unidad de Ozono, Ministerio de Medio Ambiente, Bosques y Cambio Climático, gobierno de la India
---	---

**DATOS DE CONSUMO MÁS RECIENTES DE LOS HFC INFORMADOS Y OBJETO DEL PROYECTO****A: DATOS DEL ARTÍCULO 7 (2022)**

HFC-134a	17 740,47 tm	25 368 871 ton. CO <sub>2</sub> e
----------	--------------	-----------------------------------

**B: DATOS SECTORIALES DEL PROGRAMA DE PAÍS (2022)**

HFC-134a	17 740,47 tm	25 368 871 ton. CO <sub>2</sub> e
----------	--------------	-----------------------------------

<b>Consumo restante admisible para financiación<sup>7</sup></b>	tm	n/c
	Ton. CO <sub>2</sub> e	n/c

<b>ASIGNACIONES DEL PLAN ADMINISTRATIVO DEL AÑO EN CURSO</b>	<b>Empresa</b>	<b>Financiación \$EUA</b>	<b>Eliminación</b>	
	Rockwell	2 500 000	tm	21,91
			Ton. CO <sub>2</sub> e	31,328

<b>Detalles</b>	<b>Unidad</b>	<b>HFC-134a</b>
HFC utilizado en la empresa	tm	21,91
	Ton. CO <sub>2</sub> e	31 328
Eliminación de HFC mediante este proyecto	Tm	21,91
	Ton. CO <sub>2</sub> e	31 328
Alternativas a los HFC por introducir	<b>Unidad</b>	<b>R-290</b>
	Tm	15,33
	Ton. CO <sub>2</sub> e	46
Duración del proyecto (meses)		24
Monto inicial solicitado (\$EUA)		1 385 201
Costos finales del proyecto (\$EUA)		
Costos adicionales de capital		324 300
Imprevistos (10 % de equipos)		16 215
Costos adicionales de explotación		83 250
Costo total del proyecto		423 765
Propiedad local (%)		100
Componente de exportación a países no incluidos en el Artículo 5 (%)		0
Donación solicitada (\$EUA)		423 765
Relación de costo-eficacia	\$EUA/kg	19,34
	\$EUA/ton. CO <sub>2</sub> e	13,55
Gastos de apoyo del organismo de ejecución (\$EUA)		29 664
Costo total del proyecto para el Fondo Multilateral (\$EUA)		453 429
Financiación de contraparte (sí/no)		Sí
Hitos de supervisión del proyecto incluidos (sí/no)		Sí

<b>RECOMENDACIÓN DE LA SECRETARÍA</b>	Consideración individual
---------------------------------------	--------------------------

<sup>7</sup>No es aplicable: la base para el país se establecerá en 2028, estando en el Grupo 2.



## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

47. En nombre del gobierno de India, el PNUD presentó una propuesta para un proyecto de conversión de la fabricación de aparatos de refrigeración comercial en Rockwell Industries Limited (Rockwell), Hyderabad, del uso de HFC-134a a propano (R-290) como refrigerante, por un costo total de 1 385 201 \$EUA, más 96 964 \$EUA como gastos de apoyo del organismo, tal como se presentó originalmente.

### Objetivo del proyecto

48. Mediante la conversión a R-290, el proyecto eliminará 21,91 toneladas métricas (tm) (31 328 ton. CO<sub>2</sub>e) de HFC-134a consumidas anualmente por dos líneas de fabricación de aparatos de refrigeración comercial en Rockwell.

49. Asimismo la propuesta de proyecto incluyó una solicitud de financiación para asistencia técnica con un costo de 172 500 \$EUA más los gastos de apoyo del organismo, para un componente piloto de eficiencia energética con el fin de lograr mejoras al respecto, como se presenta y trata en los párrafos 72a 84 del presente documento.

### Consumo de HFC y antecedentes sectoriales

50. En 2022, en virtud del artículo 7, India notificó un consumo de HFC-134a de 17 740,47 tm (25 368 871 ton. CO<sub>2</sub>e).

51. El sector de refrigeración comercial ha experimentado un rápido crecimiento en India, debido a las condiciones climáticas y a la expansión de la cadena de frío como respuesta a las crecientes necesidades de conservación de alimentos perecederos y productos farmacéuticos. Además, la creciente urbanización del país ha aumentado notablemente la base de fabricación y el uso de vitrinas horizontales y verticales de media y baja temperatura, congeladores y distribuidoras automáticas en tiendas pequeñas, restaurantes, hoteles y lugares públicos de todo el país.

52. En la actualidad, los equipos de refrigeración comercial se fabrican principalmente con HFC-134a (como sustituto de la tecnología con CFC-12), seguido de R-404A (en sistemas más grandes, hasta cierto punto como sustituto de la tecnología con HCFC-22). Los fabricantes, sobre todo de aparatos autónomos como vitrinas comerciales, congeladores domésticos tipo arcón, están muy interesados en sustituir el HFC-134a por refrigerantes de bajo potencial de calentamiento atmosférico por motivos ambientales. El uso del R-290 está aumentando como tecnología bien aceptada.

### Antecedentes de la empresa

53. Rockwell, fundada en 1986, es uno de los principales fabricantes de aparatos de refrigeración comercial de la India. Fabrica una amplia gama de productos de refrigeración comercial, que incluye ultra congeladores, vitrinas y enfriadores de botellas/enfriadores con distintos rangos de temperaturas de funcionamiento, desde -18 C hasta 2 C.

54. La empresa cuenta con dos líneas de fabricación situadas en dos edificios independientes en las mismas instalaciones de Hyderabad, India, con una capacidad de fabricación anual de 400 000 aparatos, incluido soluciones de refrigeración personalizadas para clientes con requisitos específicos. En la actualidad, fabrica unos 100 000 aparatos al año.

### Consumo empresarial de HFC

55. Rockwell fabrica varios modelos de aparatos autónomos de refrigeración comercial con tres tamaños de carga de refrigerante (190 g, 270 g y 300 g), que se resumen en el Cuadro 1.

**Cuadro 1. Productos fabricados por Rockwell**

Producto fabricado	Número de modelos	Aparatos fabricados (2022-2023)	HFC-134a utilizado por unidad (kg)
<b>Línea de fabricación 1</b>			
Congeladores - Modelos con techo rígido	5	47 320	0,190
Congeladores - Modelos de exposición	4	13 350	0,190
Enfriadores de botellas	2	16 100	0,300
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>76 770</b>	
<b>Línea de fabricación 2</b>			
Congeladores - Modelos con techo rígido	5	14 800	0,190
Congeladores - Modelos de exposición	4	480	0,190
Congeladores - Modelos eutécticos	4	1 250	0,270
Enfriadores de botellas	2	7 700	0,300
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>24 230</b>	

56. El Cuadro 2 indica el consumo de HFC-134a de Rockwell en los últimos tres años.

**Cuadro 2. Consumo de HFC-134a en Rockwell (2020-2022)**

Líneas de fabricación	Año de iniciación	Refrigerante utilizado	Consumo (kg)		
			2020	2021	2022
Línea 1	2003	HFC-134a	9 148	13 000	16 357
Línea 2	2014	HFC-134a	3 742	4 201	5 551
<b>Total de consumo anual</b>			<b>12 890</b>	<b>17 201</b>	<b>21 908</b>

Descripción del proyecto

57. Las dos líneas que fabrican productos de refrigeración comercial con HFC-134a se convertirán a R-290 mediante el proyecto.

58. Se seleccionó el R-290 de entre los sustitutos actualmente disponibles para la capacidad con HFC, incluyendo CO<sub>2</sub>, HC, HFO y mezclas, debido a tener cero SAO y bajo potencial de calentamiento atmosférico, excelentes propiedades termodinámicas y de transporte, mejor desempeño que el HFC-134a una vez optimizado, ausencia de problemas de compatibilidad con los materiales que se usan actualmente con el HFC-134a, y compatibilidad con la mayoría de los aceites, incluyendo el mineral, el aceite alquilbencénico y el aceite de éster de poliol.

59. Debido a su inflamabilidad, la conversión al R-290 requiere cambios sustanciales en las instalaciones, procesos y equipos de fabricación, incluido el rediseño de todos los modelos fabricados; el cambio de los aparatos de carga de refrigerante; la modificación de algunas zonas de fabricación para incluir ventilación, equipos de comprobación de fugas y zonas ignífugas con sistemas de vigilancia; la formación de la mano de obra; el almacenamiento seguro de los productos acabados; el almacenamiento seguro de los cilindros de refrigerantes en zonas bien ventiladas equipadas con sensores de hidrocarburos, alarmas, extintores y sistema de hidrantes; y una auditoría de seguridad. Las modificaciones del producto incluyen el uso de accesorios y componentes eléctricos sin chispas/de estado sólido, como el termostato, el motor del ventilador y la iluminación, además del compresor especialmente diseñado para R-290.

Costos del proyecto

60. Se solicitaron costos adicionales de capital por valor de 708 400 \$EUA para el rediseño del modelo, la creación de prototipos y pruebas, las pruebas de presión, las bombas de vacío antideflagrantes, la máquina

de carga de refrigerante, el sistema de detección de fugas, el almacenamiento, el manejo y la distribución, la asistencia técnica, la formación del personal, las pruebas y ensayos de los productos y los imprevistos, como se resume en el Cuadro 3.

**Cuadro 3. Costos adicionales de capital propuestos para la conversión de dos líneas de refrigeración comercial en Rockwell**

Descripción	Precio unitario (\$EUA)	Cantidad	Costo total (\$EUA)
Rediseño, creación de prototipos y pruebas	2 000	15	30 000
Equipos para pruebas de presión - compresor de aire a alta presión	10 000	2	20 000
Bomba de vacío industrial antideflagrante	3 500	40	140 000
Máquina de carga de refrigerante (alta resistencia, automática)	37 000	2	74 000
Detector de fugas de helio	65 000	2	130 000
Detectores de fugas industriales (líneas fijas)	7 500	4	30 000
Máquina de soldadura ultrasónica	25 000	2	50 000
Prueba de estanqueidad del evaporador (H <sub>2</sub> N <sub>2</sub> )	10 000	2	20 000
Sistema de seguridad (fabricación, zona de almacenamiento y zona de almacenamiento de productos acabados)	25 000	2	50 000
Sistema de distribución de refrigerante (grupo sobrepeso para la distribución de refrigerante)	10 000	2	20 000
Asistencia técnica	20 000	1	20 000
Auditoría de seguridad por terceros (TUV)	20 000	1	20 000
Formación en seguridad para operadores de instalaciones	10 000	1	10 000
Ensayos y pruebas de producción	2 000	15	30 000
<i>Subtotal de costos adicionales de capital</i>			<i>644 000</i>
Imprevistos	10 %		64 400
<b>Total de costos adicionales de capital</b>			<b>708 400</b>

61. Los costos adicionales de explotación solicitados, por valor de 676 801 \$EUA, se calcularon a partir de los cambios en el precio y la cantidad de refrigerantes, el cambio de componentes eléctricos y el cambio de compresor aplicados a los tres tamaños de productos. Los costos adicionales de explotación estimados por unidad fueron de 4,50 \$EUA, 5,50 \$EUA y 7,50 \$EUA para los modelos con 190 g, 270 g y 330 g de carga de refrigerante, respectivamente.

62. El costo total de la conversión de las dos líneas de fabricación de Rockwell de HFC-134a a R-290, realizada en un periodo de 24 meses, asciende a 1 385 201 \$EUA para eliminar 21,91 tm de HFC-134a (31 328 ton. CO<sub>2</sub>e), como se resume en el Cuadro 4.

**Cuadro 4. Total de costos solicitados para la conversión de dos líneas de fabricación de aparatos de refrigeración comercial en Rockwell**

Partida	Costo (\$EUA)	
Costos adicionales de capital	708 400	
Costos adicionales de explotación	676 801	
<b>Total solicitado</b>	<b>*1 385 201</b>	
Eliminación de HFC de la línea financiada (tm)	21,91	
Relación de costo-eficacia	(\$EUA/kg)	63,23
	(\$EUA/ton CO <sub>2</sub> e)	44,22

\* Estos costos no incluyen el proyecto piloto sobre eficiencia energética, tratado en los apartados 72 a 84 del presente documento.

## OBSERVACIONES Y RECOMENDACIÓN DE LA SECRETARÍA

### OBSERVACIONES

#### Relación con la etapa I del plan de aplicación de Kigali y sostenibilidad de las reducciones de HFC

63. La propuesta de proyecto Rockwell se presentó de conformidad con la decisión 87/50 e) antes de la etapa I del plan de aplicación de Kigali. La Secretaría observó que se esperaba que la financiación de la preparación del proyecto para la etapa I del plan de aplicación de Kigali se presentara en 2024 y la etapa I en 2025 o 2026, y trató de comprender mejor la relación y pertinencia del proyecto con la etapa I del plan de aplicación de Kigali del país.

64. El PNUD explicó que los fabricantes de aparatos autónomos, como vitrinas comerciales, congeladores tipo arcón y enfriadores, estaban muy interesados en dejar de usar el HFC-134a y utilizar refrigerantes de bajo potencial de calentamiento atmosférico, y que el R-290 gozaba de buena aceptación en el mercado y su uso estaba creciendo debido a consideraciones ambientales. La conversión en Rockwell tenía por objetivo iniciar actividades de conversión para minimizar la penetración de refrigerantes con HFC de alto potencial de calentamiento atmosférico en India. La Secretaría observó que, si bien el consumo en la empresa era pequeño en relación con el del sector, el uso de R-290 para aplicaciones autónomas de refrigeración comercial estaba bien establecido y, por lo tanto, estimó que el riesgo para la sostenibilidad de la conversión era escaso.

#### Deducción de las reducciones de HFC del punto de partida

65. La eliminación de 31 328 ton. CO<sub>2</sub>e (21,91 tm) de HFC134a resultante de la aprobación del presente proyecto se imputará al consumo admisible para financiación identificado en el plan de aplicación de Kigali. Por consiguiente, una vez establecido el punto de partida para la reducción acumulativa sostenida del consumo de HFC, las reducciones propuestas por este proyecto deberán deducirse de conformidad con la metodología acordada en las directrices sobre costos de HFC (actualmente en debate).

#### Cuestiones técnicas y de costos

66. La Secretaría y el PNUD trataron detalladamente cada uno de los elementos necesarios para la conversión en Rockwell y convinieron en una serie de ajustes. Se eliminaron los costos relacionados con el equipo de pruebas de presión, ya que el equipo básico para la fabricación actual con HFC- 134a puede aplicarse a la tecnología que utiliza R- 290; las 40 bombas de vacío industriales antideflagrantes solicitadas se redujeron a dos aparatos para el puesto de recuperación y se acordaron 20 000 \$EUA para la construcción civil de la zona de las bombas de vacío con el fin de mejorar la seguridad; se ajustaron los costos unitarios del sistema de seguridad y del sistema de distribución de refrigerantes para armonizarlos con conversiones similares anteriores; y se racionalizó el sistema de seguridad de la zona de almacenamiento, ya que ésta podía ser compartida por las dos líneas de fabricación. Dado el grado de carga de refrigerante en los equipos de base fabricados, un detector de fugas de helio no se consideró adicional; sin embargo, se reconoció que las pruebas de fugas del evaporador con H<sub>2</sub>N<sub>2</sub> permitían una determinación más sensible de las fugas, lo que contribuiría tanto a la seguridad de los equipos con R-290 como a su funcionamiento eficiente desde el punto de vista energético; por lo tanto, se acordó dividir los costos asociados a las pruebas del evaporador entre la empresa y el Fondo Multilateral.

67. Teniendo en cuenta que las pruebas de prototipos también se financian parcialmente bajo el componente piloto de eficiencia energética, las pruebas y ensayos de producción se racionalizaron de 2 000 \$EUA a 1 500 \$EUA por unidad, para los 15 modelos. Del mismo modo, la asistencia técnica y los ensayos y pruebas de producción se racionalizaron a 7 500 \$EUA y 15 000 \$EUA, dado las actividades similares emprendidas en el proyecto piloto de eficiencia energética. Asimismo, la empresa acordó excepcionalmente ajustar los imprevistos del 10 por ciento al 5 por ciento. Los costos adicionales de explotación fueron acordados, con carácter excepcional, en 3,80 \$EUA/kg, lo que da un total de costos

adicionales de explotación de 83 250 \$EUA. El total de costos adicionales de capital se ajusta a 423 765 \$EUA como se muestra en el Cuadro 4.

**Cuadro 4. Costos adicionales de capital y costos adicionales de explotación propuestos y acordados para la conversión de dos líneas de refrigeración comercial en Rockwell**

Descripción	Costo propuesto (\$EUA)	Costo acordado (\$EUA)
Rediseño, creación de prototipos y pruebas	30 000	22 500
Equipos para pruebas de presión - compresor de aire a alta presión	20 000	0
Bomba de vacío industrial antideflagrante	140 000	7 000
Construcción civil (adaptación) de la zona de la bomba de vacío (características antideflagrantes)	0	20 000
Máquina de carga de refrigerante (alta resistencia, automática)	74 000	74 000
Detector de fugas de helio	130 000	0
Detectores de fugas industriales (líneas fijas)	30 000	30 000
Máquina de soldadura ultrasónica (alta resistencia)	50 000	50 000
Prueba de estanqueidad del evaporador (H <sub>2</sub> N <sub>2</sub> )	20 000	12 000
Sistema de seguridad (fabricación, zona de almacenamiento y zona de almacenamiento de productos acabados)	50 000	40 000
Sistema de distribución de refrigerante (grupo sobrepeso para la distribución de refrigerante)	20 000	16 300
Asistencia técnica	20 000	7 500
Auditoría de seguridad (TUV)	20 000	20 000
Formación en seguridad para operadores de instalaciones	10 000	10 000
Ensayos y pruebas de producción	30 000	15 000
Subtotal de costos adicionales de capital	644 000	324 300
Imprevistos	64 400	16 215
<i>Total de costos adicionales de capital</i>	<i>708 400</i>	<i>340 515</i>
<i>Costos adicionales de explotación</i>	<i>676 801</i>	<i>83 250</i>
<b>Costos totales del proyecto</b>	<b>1 385 201</b>	<b>423 765</b>
Eliminación del consumo de HFC (tm)	21,91	21,91
Eliminación del consumo de HFC (ton. CO <sub>2</sub> e)	31 328	31 328
Relación de costo – eficacia	(\$EUA/kg)	62,23
	(\$EUA/ ton. CO <sub>2</sub> e)	44,22

68. La Secretaría sugiere que, a falta de directrices sobre costos para la eliminación de los HFC, este proyecto se examine caso por caso. Sobre la base de la información disponible en el momento de la revisión, la Secretaría considera que los costos acordados son la mejor estimación de los costos adicionales generales de la conversión; sin embargo, estas estimaciones podrían cambiar, según las características específicas de las empresas participantes, a medida que se disponga de más información. En particular, la Secretaría observa que algunos de los costos (es decir, los relacionados con el rediseño, la creación de prototipos y las pruebas, la asistencia técnica y los ensayos y pruebas de producción) se redujeron gracias a la ejecución conjunta del proyecto piloto de eficiencia energética. Otras empresas que no se beneficiaron de dicha implementación conjunta pueden tener que hacer frente a un costo más elevado por esos conceptos. Por lo tanto, la Secretaría considera que la aprobación del proyecto en los niveles propuestos anteriormente no constituiría un precedente.

#### Impacto climático del proyecto

69. Los beneficios anuales de emisiones directas del proyecto pueden estimarse tomando como base la eliminación del consumo de HFC-134a de las líneas de fabricación (31 328 ton. CO<sub>2</sub>e) y teniendo en cuenta que se introducirán gradualmente 15,33 tm (46 ton. CO<sub>2</sub>e) de R-290, lo que supone una reducción anual de

31 282 ton. CO<sub>2</sub>e. La Secretaría no ha estimado los beneficios climáticos que pueden obtenerse mediante mejoras en la eficiencia energética de los equipos fabricados en la línea convertida.

#### Plan administrativo para 2023-2025

70. Este proyecto está incluido en el plan administrativo de 2023-2025 del Fondo Multilateral, por 2 500 000 \$EUA, incluyendo los gastos de apoyo del organismo. El valor total solicitado de 453 429 \$EUA, incluyendo los gastos de apoyo del organismo, está 2 046 571 \$EUA por debajo del valor en el plan administrativos.

#### **RECOMENDACIÓN**

71. El Comité Ejecutivo podría considerar:

- a) Aprobar la propuesta de proyecto para la conversión de la fabricación de aparatos de refrigeración comercial en Rockwell Industries Limited, del uso de HFC-134a a propano (R-290) como refrigerante, por un monto de 423 765 \$EUA, más 29 664 \$EUA como gastos de apoyo del organismo para el PNUD, quedando entendido que:
  - i) Del punto de partida de las reducciones acumulativas sostenidas del consumo de HFC se deducirían 31 328 ton. CO<sub>2</sub>e (21,91 tm) de HFC-134<sup>a</sup>, una vez establecido, y que esta deducción se llevaría a cabo de acuerdo con la metodología acordada en las directrices sobre los costos de los HFC que se están debatiendo actualmente;
  - ii) El presente proyecto se integraría en la etapa I del plan de aplicación de Kigali para la India, una vez que el plan se hubiera formulado totalmente para su presentación a la consideración del Comité Ejecutivo; y
  - iii) El nivel de costos aprobado no constituya un precedente para propuestas futuras de proyectos de inversión individuales de HFC.

**CONVERSIÓN DE LA FABRICACIÓN DE APARATOS DE REFRIGERACIÓN COMERCIAL  
EN ROCKWELL INDUSTRIES LIMITED  
DE HFC-134A A PROPANO (R-290)**

**DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

**Antecedentes**

72. En nombre del gobierno de India, el PNUD presentó una propuesta para un proyecto de conversión de la fabricación de aparatos de refrigeración comercial en Rockwell Industries Limited (Rockwell), Hyderabad, del uso de HFC-134a a propano (R-290) como refrigerante, a un costo total de 1 385 201 \$EUA, más 96 964 \$EUA, en concepto de gastos de apoyo del organismo, tal como se presentó originalmente. Este proyecto se describe en los apartados 47 a 70 del presente documento.

73. La financiación solicitada en la propuesta de proyecto de inversión incluye un monto de 172 500 \$EUA, más unos gastos de apoyo del organismo de 12 075 \$EUA para un proyecto piloto de eficiencia energética que se implementará en la empresa, presentado de acuerdo con la decisión 91/65.

**Proyecto de eficiencia energética**

Objetivo del proyecto

74. El proyecto tiene por objetivo maximizar los beneficios climáticos de la conversión de las líneas de fabricación en Rockwell, mediante la ejecución conjunta de un proyecto de asistencia técnica para mejorar la eficiencia energética de los equipos convertidos, entre otras cosas a través de la compra de componentes de alta eficiencia y la mejora del diseño de los equipos. Además, la certificación de los productos por parte de un laboratorio acreditado, según un desempeño establecido permitirá evaluar la mejora de la eficiencia energética y la colocación de los productos en el mercado y permitirá a los consumidores elegir de manera informada.

Descripción del proyecto

75. El proyecto piloto optimizará aún más el diseño de los prototipos de 15 modelos, mediante la adquisición de compresores, condensadores y componentes eléctricos de alta eficiencia, así como mediante el diseño y la realización de pruebas. Los aparatos de cada prototipo de modelo tendrán en cuenta las posibles modificaciones adicionales de eficiencia energética en el armario y los componentes del sistema de refrigeración.

76. El proyecto llevará a cabo pruebas de desempeño de aparatos de refrigeración comercial en un laboratorio acreditado y realizará la certificación de productos según las normas de eficiencia energética. Los aparatos de prototipo de modelos se distribuirán sobre el terreno para realizar pruebas que permitan evaluar el desempeño en condiciones reales de funcionamiento durante al menos seis meses. El informe final incluirá un análisis completo de costos para evaluar la sostenibilidad del producto en el mercado con respecto a los gastos de capital y explotación.

77. La India no había movilizado financiación de fuentes distintas del Fondo Multilateral para mantener o mejorar la eficiencia energética al reducir los HFC. Por consiguiente, el proyecto no daría lugar a la duplicación de actividades o financiación.

Costos del proyecto

78. La solicitud de financiación de 175 000 \$EUA cubrirá los costos adicionales de capital enumerados en el Cuadro 1.

**Cuadro 1. Costos adicionales de capital propuestos para el componente piloto de eficiencia energética en Rockwell**

Costos adicionales de capital	Costo unitario (\$EUA)	Cantidad	Costo total (\$EUA)
Asistencia técnica para actividades de optimización de productos	30 000	1	30 000
Diseño optimizado de eficiencia energética y creación de prototipos de productos	2 500	15	37 500
Pruebas de prototipos	4 000	15	60 000
Certificación de prototipos	2 000	15	30 000
Sistema de registro de datos (supervisión a largo plazo)	500	15	7 500
Revisión independiente por pares	7 500	1	7 500
<b>Total</b>			<b>172 500</b>

## OBSERVACIONES Y RECOMENDACIÓN DE LA SECRETARÍA

### OBSERVACIONES

79. De conformidad con la decisión 91/65, el gobierno de India confirmó que no tenía intención de buscar financiación de otras fuentes para el proyecto piloto de eficiencia energética. India, a través de su Oficina de Eficiencia Energética, ha establecido normas mínimas de desempeño energético y un mecanismo de etiquetado energético para supervisar y evaluar la aplicación de la eficiencia energética. Las normas y el etiquetado obligatorios son para a) los aparatos de refrigeración domésticos y otros similares; b) los acondicionadores de aire (de ventana y tipo split, de velocidad fija y variable) y c) los acondicionadores de aire de habitación. La Oficina de Eficiencia Energética también ha lanzado normas voluntarias para a) acondicionadores de aire comerciales ligeros (de 10,5 kW a 18 kW) (b) enfriadores y (c) congeladores (es decir, arcones/congeladores verticales con puertas rígidas o de cristal). Estas normas cubrirán los productos fabricados por la empresa, y su objetivo es ayudar a los consumidores a tomar decisiones informadas a la hora de seleccionar los electrodomésticos sobre la base del ahorro energético que se produciría en función del desempeño de cada aparato. Además, el PNUD observó que el gobierno está considerando la posibilidad de transformar esas normas en normas mínimas de eficiencia energética obligatorias para los equipos autónomos de refrigeración comercial fabricados por Rockwell (es decir, congeladores, con puertas de acceso y con puertas de cristal); sin embargo, todavía no se dispone de un calendario para el establecimiento de esas normas mínimas de eficiencia energética.

### Cuestiones técnicas y de costos

80. Al proporcionar más detalles sobre la forma en que se ejecutará el proyecto y las ganancias de eficiencia energética que cabe esperar, el PNUD explicó los siguientes pasos previstos:

- a) Partiendo de los aparatos con R-290 resultantes de la "conversión estándar" (es decir, que utilizan compresores de velocidad fija y la misma tecnología de intercambiadores de calor de aletas y prensas), expertos externos asociados ayudarán a la empresa a crear nuevos diseños optimizados y construir prototipos para pruebas. Se crearán prototipos de unos 15 aparatos como mínimo siguiendo las normas de seguridad y eficiencia energética para su aplicación en la vida real y utilizando diferentes configuraciones;
- b) Los aparatos de cada prototipo de modelo tendrán en cuenta las posibles modificaciones adicionales de eficiencia energética en el armario y los componentes del sistema de refrigeración, incluido la adopción de componentes eléctricos eficientes, compresores energéticamente eficientes, incluido compresores con inversor, y, potencialmente,



intercambiadores de calor de microcanales;

- c) Un laboratorio independiente acreditado realizará pruebas de desempeño de los prototipos de aparatos de refrigeración comercial.
- d) Los prototipos de aparatos se e distribuirán sobre el terreno para realizar pruebas y evaluar su desempeño en condiciones reales de funcionamiento durante al menos 6 meses para tener en cuenta también los parámetros de las estaciones del año.

81. Asimismo, el PNUD aclaró que no sería factible proporcionar una evaluación exacta de la mejora de eficiencia energética que se derivará de la ejecución del proyecto hasta que no se hayan llevado a cabo algunas de las etapas incluidas en el proyecto, como la selección de componentes específicos y el desarrollo de diseños acordes con dichos componentes. No obstante, basándose en las experiencias de proyectos anteriores financiados por la Clean Cooling Collaborative y en las referencias proporcionadas por el Comité de Opciones Técnicas sobre Refrigeración, el PNUD consideró que la eficiencia energética de los aparatos convertidos, luego de la ejecución del proyecto piloto, podría ser entre un 5 por ciento y un 25 por ciento superior a la de los aparatos de referencia de HFC-134a. Además, el informe final incluirá información detallada comparando la eficiencia energética de los aparatos con R-290 con los aparatos de referencia con HFC-134a.

82. De conformidad con la decisión 91/65 b) iv) e, la fecha de finalización del proyecto se fijará en un máximo de 36 meses a partir de la fecha de aprobación por el Comité Ejecutivo y se presentará un informe detallado del proyecto al Comité Ejecutivo en un plazo de seis meses a partir de la fecha de finalización del proyecto y luego de la revisión inter pares por parte de un experto/organismo independiente. Las mejoras logradas se compartirán con otros países del Artículo 5, teniendo en cuenta que ciertos datos específicos no se compartirán, porque pueden ser información que sea propiedad de la empresa.

#### Costos propuestos y revisados

83. La Secretaría y el PNUD trataron detalladamente los costos propuestos junto con la revisión del costo adicional requerido para el cambio de refrigerante de HFC-134a a R-290. Concretamente, tomando en consideración que el trabajo asociado con el diseño de los nuevos aparatos, y la creación y certificación de prototipos se comparten con la asistencia técnica y los ensayos y pruebas de producción incluidos en los costos adicionales de capital de la conversión, se hicieron ajustes menores al costo y el presupuesto total se acordó en 150 000 \$EUA, como se muestra en la Tabla 2.

**Tabla 2. Costos adicionales propuestos y acordados para el componente piloto de eficiencia energética en Rockwell**

<b>Costos adicionales de capital</b>	<b>Costo propuesto (\$EUA)</b>	<b>Costo acordado (\$EUA)</b>
Asistencia técnica para actividades de optimización de productos	30 000	30 000
Diseño optimizado de eficiencia energética y creación de prototipos de productos	37 500	22 500
Pruebas de prototipos	60 000	60 000
Certificación de prototipos	30 000	22 500
Sistema de registro de datos (supervisión a largo plazo)	7 500	7 500
Revisión independiente por pares	7 500	7 500
<b>Subtotal del costo del componente de eficiencia energética</b>	<b>172 500</b>	<b>150 000</b>

#### **RECOMENDACIÓN**

84. El Comité Ejecutivo podría considerar:

- a) Aprobar la propuesta de proyecto para el componente piloto de eficiencia energética incluido como parte del proyecto de conversión en la fabricación de aparatos de refrigeración comercial en Rockwell Industries Limited, del uso de HFC-34a a propano (R-290) como refrigerante, por un monto de 150 000 \$EUA, más gastos de apoyo del organismo de 13 500 \$EUA para el PNUD, quedando entendido que:
  - i) El componente piloto se completará como máximo 36 meses después de la fecha de aprobación por parte del Comité Ejecutivo;
  - ii) Se presentará un informe detallado del proyecto al Comité Ejecutivo en un plazo de seis meses a partir de la fecha de finalización del proyecto de inversión.
  - iii) Estos datos, verificados por un revisor independiente, se compartirán con otras empresas y se pondrán a disposición de los países del Artículo 5, a excepción de cierta información específica de propiedad de la empresa.

**HOJA DE EVALUACIÓN DEL PROYECTO - PROYECTO NO PLURIANUAL****India****TÍTULO DEL PROYECTO****ORGANISMO BILATERAL/DE EJECUCIÓN**

a) Diseño y desarrollo a escala piloto de compresores rotativos energéticamente eficientes junto con intercambiadores de calor de microcanales compatibles con la tecnología R-290 en Godrej & Boyce Mfg. Ltd. (Godrej), para su uso en la fabricación de acondicionadores de aire para habitaciones.	Alemania
---	----------

**OBJETIVO DEL PROYECTO**

1. Rediseño de un compresor de R-290 de bajo consumo para cinco modelos de aire acondicionado de producción piloto;
2. Rediseño/desarrollo de intercambiadores de calor de microcanales para optimizar la eficiencia energética de los productos de aire acondicionado resultantes; e
3. Integración de componentes y optimización de acondicionadores de aire con R-290, incluido las pruebas de desempeño y eficiencia energética.

<b>ORGANISMO NACIONAL DE COORDINACIÓN</b>	Ministerio de Medio Ambiente, Bosques y Cambio Climático
---	--

<b>DATOS MÁS RECIENTES EN VIRTUD DEL ARTÍCULO 7 (Anexo F)</b>	<b>Año:</b> 2022	43 354,71 tm	57 219 531 ton. CO <sub>2</sub> e
---	------------------	--------------	-----------------------------------

Detalles	Godrej	
	Unidades	HFC-32
HFC utilizado por Godrej:	tm en 2022	179,58
	Ton. CO <sub>2</sub> e en 2022	121 217
Eliminación HFC mediante este prouyecto: *	tm	650,00
	Ton. CO <sub>2</sub> e	438 750
Alternativas a los HFC por introducir:	Unidades	R-290
	tm	303,33
	Ton. CO <sub>2</sub> e	910
Duración del proyecto (meses):		24
Monto inicial solicitado (\$EUA):		2 310 560
Costos finales del proyecto (\$EUA):		
Costo de capital:		1 853 795
Imprevistos (10 %):		No solicitado
Costo de explotación:		No solicitado
Costo total del proyecto:		1 853 795
Propiedad local (%):		100
Componente de exportación (%):		n/c
Donación solicitada (\$EUA):		1 853 795
Costo de apoyo del organismo de ejecución (\$EUA):		213 918
Costo total del proyecto para el Fondo Multilateral (\$EUA):		2 067 713
Ahorro en eficiencia energética (\$EUA/kWh):		0,023 <sup>8</sup>
Estado de la financiación de contraparte (sí/no):		Sí
Hitos de supervisión del proyecto incluidos (sí/no):		Sí
Normas mínimas de eficiencia energética disponibles para el sector correspondiente (sí/no):		Sí

<b>RECOMENDACIÓN DE LA SECRETARÍA</b>	Para consideración individual
---------------------------------------	-------------------------------

\* Basado en la reducción estimada del consumo al finalizar el proyecto.

<sup>8</sup> Estimado asumiendo 2 500 horas de funcionamiento de los equipos producidos en 2022-2023. Esto se estima asumiendo el funcionamiento de estos compresores en los equipos de aire acondicionado.

## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### Antecedentes

85. En nombre del gobierno de India, el gobierno de Alemania presentó, de acuerdo con la decisión 91/65, una solicitud de proyecto piloto para diseñar y desarrollar a escala piloto compresores rotativos energéticamente eficientes junto con intercambiadores de calor de microcanales compatibles con la tecnología R-290, en Godrej & Boyce Mfg. Ltd. (Godrej), para su uso en la fabricación de aparatos de aire acondicionado en la India, por un monto de 2 310 560 \$EUA, más 264 162 \$EUA como gastos de apoyo al organismo, como se presentó originalmente.<sup>9</sup>

### Estado de ejecución de las actividades relacionadas con eficiencia energética financiadas por el Fondo Multilateral

86. En la reunión del 88<sup>a</sup>, la India recibió financiación para la ejecución de actividades de apoyo a la reducción de los HFC (250 000 \$EUA), que debían completarse en diciembre de 2023; las actividades siguen en curso y se presentó una solicitud de prórroga del proyecto en la reunión del 93<sup>a</sup>.<sup>10</sup> Las actividades aprobadas incluían talleres para las partes interesadas y el público en general sobre el manejo seguro de las alternativas a las SAO y las opciones de refrigerantes energéticamente eficientes e inoocuos para el clima, así como talleres técnicos sectoriales sobre los principios para la asignación adecuada de cuotas de HFC y la mejora de la eficiencia energética en los equipos de refrigeración.

87. En la reunión del 92<sup>a</sup>, el Comité Ejecutivo aprobó la financiación para la preparación de este proyecto (30 000 \$EUA, más los gastos de apoyo del organismo), con el fin de proporcionar asistencia técnica para el desarrollo del proyecto.

### Consumo de HFC en India

88. El Cuadro 1 resume el consumo de HFC para 2022, notificado por el gobierno de India en virtud del artículo 7 del Protocolo de Montreal.

**Cuadro 1. Consumo de HFC en la India, en 2022 (Artículo 7)**

Sustancia química	Potencial de calentamiento atmosférico	Consumo total (tm)	Consumo total (ton. CO <sub>2</sub> e)
HFC-32	675	16 193,50	10 930 610
HFC-125	3 500	4 002,06	14 007 214
HFC-134 <sup>a</sup>	1 430	17 740,47	25 368 871
HFC-152 <sup>a</sup>	124	2 935,51	364 003
HFC-227ea	3 220	263,56	848 657
HFC-236fa	9 810	72,43	710 528
HFC-245fa	1 030	1 064,84	1 096 784
HFC-365mfc	794	38,40	30 490
HFC-43-10mee	1 640	0,60	984
R-404A	3 922	1 038,27	4 071 664
R-407C	1 774	444,55	788 563
R-410 <sup>a</sup>	2 088	-740,05	(1 544 848)
R-407F	1 825	1,45	2 649
R-426A	1 508	20,00	30 168
R-438A	2 264	200,00	452 887
R-454B	465	0,18	82

<sup>9</sup> Según la carta de 15 de septiembre de 2022 dirigida al gobierno de Alemania por el Ministerio de Medio Ambiente, Bosques y Cambio Climático de la India.

<sup>10</sup> UNEP/OzL.Pro/ExCom/93/20

Sustancia química	Potencial de calentamiento atmosférico	Consumo total (tm)	Consumo total (ton. CO <sub>2</sub> e)
R-454C	145	0,07	11
R-455A	145	0,80	116
R-467 <sup>a</sup>	1 359	-37,80	(51 363)
R-513A	629	0,68	430
Mezcla personalizada (HFC-365mfc=93%, HFC-227ea=7%)	964	115,20	111 032
<b>TOTAL</b>	n/c	<b>43 354,71</b>	<b>57 219 531</b>

89. Se espera que el consumo de HFC en la India aumente en el futuro, debido a la mayor demanda de aire acondicionado residencial y comercial y de aire acondicionado para vehículos, tanto para la fabricación como para el mantenimiento. El consumo de R-410A en la fabricación de aparatos de aire acondicionado está disminuyendo, a causa del aumento del uso de HFC-32 por parte de los fabricantes de aparatos de aire acondicionado, pero se espera que el consumo total de HFC en el servicio continúe, debido a las necesidades de mantenimiento. India es uno de los pocos países en los que se utilizan aparatos de aire acondicionado con R-290; sin embargo, el número de equipos con R-290 es bajo en comparación con los equipos que utilizan otros refrigerantes (es decir, HFC y mezclas de HFC).

#### Marco político, reglamentario e institucional

90. El gobierno de India ratificó la Enmienda de Kigali el 27 de septiembre de 2021 y desde marzo de 2022 ha establecido un sistema de otorgamiento de licencias para los HFC. Desde entonces, la importación/exportación de HFC y mezclas de HFC requieren una licencia, que expedirá la Dirección General de Comercio Exterior del Ministerio de Comercio e Industria, basándose en las recomendaciones de la Unidad del Ozono del Ministerio de Medio Ambiente, Bosques y Cambio Climático. El país aún no ha recibido financiación para la preparación de un proyecto para el desarrollo de un plan de aplicación de Kigali, pero actualmente está desarrollando una estrategia nacional para la reducción de los HFC que se espera que esté terminada para finales de 2023; poco después se espera una solicitud para la preparación de un plan de aplicación de Kigali. Aún no se ha establecido la base de HFC para el país.<sup>11</sup>

91. La eficiencia energética de los aparatos de aire acondicionado de habitación está regulada por la Oficina de Eficiencia Energética de la India. Se establecen unos niveles mínimos de eficiencia y se les asigna una clasificación por estrellas; está prohibida la venta de aparatos de aire acondicionado con una clasificación inferior a 2 estrellas. Cada dos años se eleva el nivel de la clasificación de eficiencia energética estacional para las clasificaciones por estrellas; de este modo se mejora continuamente la eficiencia energética de los productos de aire acondicionado y se eliminan del mercado los productos menos eficientes.

#### *Sector de fabricación de aire acondicionado*

92. En total, hay 39 fabricantes de productos de aire acondicionado de habitación en la India y Godrej es uno de los mayores productores. En India, el 95 por ciento de estos aparatos se fabrican en el país, mientras que el 5 por ciento restante se importa de Tailandia y Malasia. Según las estimaciones del Plan de Acción de Refrigeración de la India (ICAP, por su sigla en inglés), el mercado indio de aparatos de aire acondicionado split crecerá a un ritmo del 10-15 por ciento anual.<sup>12</sup> En la India la demanda de productos de refrigeración y aire acondicionado está aumentando debido al elevado crecimiento económico; gracias a la aplicación de políticas de fomento de equipos eficientes desde el punto de vista energético, se espera

<sup>11</sup> Como país perteneciente al Grupo 2, según la Enmienda de Kigali, la base para India se establecerá en función del consumo medio de HFC en 2024-2026, más el 65% de su base de HCFC.

<sup>12</sup> Comunicado de prensa del Ministerio de Medio Ambiente, Bosques y Cambio Climático de la India, 14 de marzo de 2022, <https://pib.gov.in/PressReleaselframePage.aspx?PRID=1805795>

que las ventas de productos de refrigeración y aire acondicionado energéticamente eficientes aumenten en el país.

93. En India se fabrican unos 4 millones de compresores de aire acondicionado para habitación y el resto de la demanda, entre 6 y 6,5 millones al año, se importa. Ninguno de los actuales fabricantes nacionales de compresores incluye los destinados a los aparatos con R-290; hoy, estos se importan.

#### Información empresarial

94. Godrej es uno de los mayores fabricantes de aire acondicionado de la India. La división de electrodomésticos que fabrica aparatos de aire acondicionado funciona desde 1958. Tiene sus propias instalaciones de investigación y desarrollo para el diseño y desarrollo de productos. Godrej empezó a fabricar aire acondicionado con R-290 en 2012, con la mayoría de los componentes de origen local o de fabricación propia, salvo los compresores, que son importados.

95. En los primeros años de producción de R-290, Godrej fabricaba unas 50-80 000 aparatos al año. Con el tiempo, otros fabricantes nacionales y extranjeros empezaron a producir aparatos de aire acondicionado split que utilizaban HFC-32 como refrigerante. Debido a las economías de escala, el costo de los compresores de HFC-32 se hizo más competitivo que el de los compresores de R 290. Aunque Godrej siguió fabricando pequeñas cantidades de aparatos de aire acondicionado con R-290, por razones comerciales, la empresa también empezó a producir equipos de aire acondicionado que utilizaban HFC-32. Como los aparatos con R-290 tenían una clasificación de eficiencia energética alta (4-5 estrellas), abastecían a un nicho de mercado más pequeño en la India.

96. El Cuadro 2 muestra la producción de 2020-2021 a 2022-2023 de Godrej para equipos con HFC-32 y R-290.

**Cuadro 2. Producción de aparatos de aire acondicionado con HFC-32 y R-290 con una capacidad de 1 a 2,0 toneladas de refrigeración (TR) en Godrej**

Refrigerante	Capacidad	Año de producción			Total
		2020-2021	2021-2022	2022-2023	
R-290	1,0 TR		8,436	1,032	9,468
	1,5 TR	22 193	42 577	155	64 925
	2,0 TR		2	540	542
	<i>Subtotal</i>	22 193	51 015	1 727	74 935
HFC-32	1,0 TR	9 431	21 330	63 205	93 966
	1,4 TR			500	500
	1,5 TR		64 333	176 279	240 612
	1,7 TR			90	90
	2,0 TR			19 068	19 068
	<i>Subtotal</i>	9 431	85 663	259 142	354 236
	<b>Total</b>	<b>31 624</b>	<b>136 678</b>	<b>260 869</b>	<b>429 171</b>

#### **Resumen del proyecto y solicitud de financiación**

97. El proyecto piloto se presenta de conformidad con la decisión 91/65 b) i) a).

#### Objetivo del proyecto

98. El objetivo del proyecto es diseñar y desarrollar a escala piloto compresores rotativos energéticamente eficientes junto con intercambiadores de calor de microcanales compatibles con la tecnología de R-290 y optimizar el diseño del sistema para la fabricación de aparatos de aire acondicionado de habitación en Godrej. La finalización exitosa de este proyecto piloto abordará el reto de la disponibilidad y accesibilidad de compresores de R-290 eficaces en función de los costos y altamente eficientes y de

intercambiadores de calor de microcanales, mediante el avance de la fabricación nacional de estos componentes; se espera que esto mejore la disponibilidad de aparatos de aire acondicionado basados en refrigerantes energéticamente eficientes y de bajo potencial de calentamiento atmosférico en la India.

99. El proyecto piloto contribuirá a reducir los HFC, ya que la empresa se ha comprometido a reducir su producción de aparatos de aire acondicionado que utilizan HFC-32 hasta en un 70 por ciento para 2028. El impacto del proyecto en términos de ahorro de ton. CO<sub>2</sub>e resultante de la reducción directa del consumo, la reducción directa de las emisiones, y suponiendo una reducción de 650 tm de consumo anual de HFC-32 en la empresa, se estima en unas 437 840 ton. CO<sub>2</sub>e.<sup>13</sup>

100. Asimismo se espera que el proyecto piloto aumente la calificación de eficiencia energética de los acondicionadores de aire con R-290, que van de 1 TR a 2 TR, de su calificación actual de 5 estrellas a una ISEER<sup>14</sup> de 6,61 para 2028, en consonancia con las mejoras en los niveles de eficiencia energética exigidos por el Oficina de Eficiencia Energética. Se calcula que estas mejoras en la eficiencia energética evitarán la emisión de 600 000 ton. CO<sub>2</sub>e durante la vida útil de los equipos, tomando como base la capacidad de fabricación de la empresa.

#### Actividades propuestas

101. El proyecto consta de tres elementos principales, cada uno de los cuales se describe a continuación:

- a) *Diseño y desarrollo de compresores rotativos de R-290, y producción piloto:* las actividades incluirían un amplio diseño y desarrollo de nuevos compresores rotativos para minimizar los costos de materiales y alcanzar el nivel de eficiencia energética necesario para producir aparatos de alta eficiencia con R-290. Para ello, se realizarán pruebas en las instalaciones de investigación y desarrollo. Los hitos clave del proyecto incluyen la identificación de la capacidad necesaria y la formulación de especificaciones técnicas; la construcción de un prototipo preliminar basado en simulaciones del diseño del producto; la comprobación del desempeño térmico y, a partir de ahí, el perfeccionamiento de las distintas características para las pruebas finales; la fabricación de un lote inicial de 5 000 compresores para aire acondicionado, las pruebas de campo y la finalización de las especificaciones de los distintos modelos. Todos los modelos de compresores se diseñarán para funcionar a velocidad variable.
- b) *Diseño y desarrollo de intercambiadores de calor de microcanales:* desarrollar un diseño optimizado de intercambiadores de calor de microcanales para los condensadores y evaporadores. Las especificaciones finales optimizadas serán utilizadas por los proveedores nacionales para producir intercambiadores de calor de microcanales compatibles con los compresores de R-290. Se adquiriría un calorímetro de intercambiadores de calor para apoyar la optimización y se contrataría a un experto externo en diseño y desarrollo de productos; el diseño y el desarrollo se llevarían a cabo en las instalaciones de investigación y de la empresa de la empresa.
- c) *Integración de componentes y optimización de los aparatos de aire acondicionado de habitación:* la etapa final consiste en la integración de los nuevos compresores y los intercambiadores de calor de microcanales optimizados en los nuevos productos de aire acondicionado para habitaciones con R-290. Los productos resultantes se someterán a pruebas de eficiencia energética con calorímetros, de acuerdo con las normas de ensayo de la Oficina de Eficiencia Energética, y se compararán con los productos de mayor eficiencia

<sup>13</sup> Esta estimación se basa en un potencial de calentamiento atmosférico del HFC-32 de 675 y un potencial de calentamiento atmosférico del R-290 de 6. No se incluyen las emisiones indirectas basadas en los factores de emisión de la red eléctrica.

<sup>14</sup> Índice Indio de Eficiencia Energética Estacional (ISEER, por si sigla en inglés).

energética con el mismo coeficiente de desempeño del mercado. El objetivo para los cuatro tamaños de capacidad será superar el ISEER de 6,61, basado en el nuevo diseño con los compresores rotativos de R-290.

102. Una vez finalizado y probado el diseño del compresor de R-290, éste se fabricará de forma piloto utilizando la línea de producción de compresores herméticos de la empresa<sup>15</sup> readaptada para este fin. Se espera que, después de la producción piloto y la validación técnica del desempeño, se inicie la fabricación a gran escala de estos compresores, con financiación a cargo de la empresa.

103. Además, en los últimos años Godrej ha invertido en líneas de producción para la fabricación de intercambiadores de calor de tubos de aletas y, de este modo, está fabricando aparatos para interior y exterior para los aparatos split, tanto para los modelos con R-290 de mayor eficiencia como para los modelos que utilizan otros refrigerantes. Ambos serán la base para la optimización del diseño del intercambiador de calor de microcanales que será compatible con los compresores de R-290 rediseñados.

104. El proyecto se ejecutará entre enero de 2024 y diciembre de 2025.

#### Costo total del proyecto piloto

105. El costo total del proyecto piloto para diseñar y desarrollar a escala piloto compresores rotativos energéticamente eficientes junto con intercambiadores de calor de microcanales compatibles con la tecnología de R-290, tal como se presentó, se resume en el Cuadro 3.

**Cuadro 3: Costos estimados del proyecto piloto de eficiencia energética en Godrej, tal como se presentó**

<b>Componente del proyecto</b>	<b>Actividades específicas</b>	<b>Godrej (\$EUA)</b>	<b>Solicitud al FML (\$EUA)</b>	<b>Total (\$EUA)</b>
Línea piloto del compresor	Herramientas y líneas de fabricación. Edificio de la planta y servicios públicos utilizados para compresores rotativos, incluido el apoyo externo.	6 081 600	1 660 560	7 742 160
Diseño y desarrollo de compresores	Calorímetro de compresor, suministro externo de componentes, pruebas, ensayos, apoyo externo y certificación	477 000	100 000	577 000
Diseño y desarrollo de intercambiadores de calor de microcanales	Obtención de muestras, pruebas, ensayos y apoyo externo	60 000	100 000	160 000
Diseño y desarrollo de acondicionadores de aire	Pruebas de desempeño, pruebas de seguridad, certificación y apoyo externo	200 000	100 000	300 000
General	Gestión y aranceles	50 000	350 000	400 000
<b>Total</b>		<b>\$6 868 600</b>	<b>\$2 310 560</b>	<b>\$9 179 160</b>

<sup>15</sup> Godrej fabrica compresores para equipos domésticos y otros equipos de refrigeración.



## OBSERVACIONES Y RECOMENDACIÓN DE LA SECRETARÍA

### OBSERVACIONES

106. La Secretaría examinó la propuesta de proyecto a la luz de la decisión 91/65 y la preparación del proyecto que se proporcionó para este proyecto en la reunión 92<sup>a</sup>, incluido el compromiso requerido de la empresa Godrej y del gobierno de India, tal como se especifica en el párrafo 122 del documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/92/56.

#### Marco político, reglamentario e institucional

107. La Secretaría pidió aclaraciones sobre el apoyo gubernamental que se prestará para promover los equipos de aire acondicionado con R 290 en la India, señalando que sin el apoyo político específico, la cuota de estos productos en el mercado seguiría limitándose a pequeños nichos. En nombre del gobierno de India, el gobierno de Alemania indicó que, una vez que se hayan desarrollado los compresores piloto de aire acondicionado de habitación con R-290 y se hayan demostrado con éxito con los niveles de eficiencia energética esperados, la demanda de los compresores de R-290 aumentará automáticamente, debido a la dinámica del mercado, especialmente con las obligaciones de reducción de HFC del país. Las políticas de apoyo apropiadas para promover los acondicionadores de aire con refrigerantes de bajo potencial de calentamiento atmosférico se estudiarán en consulta con las principales partes interesadas, incluidos los ministerios/departamentos competentes, como parte de las reglamentaciones que se elaborarán durante la ejecución del plan de aplicación de Kigali.<sup>16</sup>

108. El gobierno de Alemania también explicó que, dado que el gobierno de India, a través del Oficina de Eficiencia Energética, prescribe la mejora continua de la eficiencia energética de los productos de aire acondicionado y la eliminación de los productos que son menos eficientes, la disponibilidad de estos productos optimizados de R-290 con un nivel de eficiencia energética más alto apoyará la adopción de acondicionadores de aire de alta eficiencia energética aceptables para los usuarios.

#### Cuestiones técnicas y de costos

##### *Diseño y desarrollo de compresores rotativos de R-290 y producción piloto*

109. La Secretaría solicitó confirmación de que, como resultado de la ejecución satisfactoria de este proyecto, Godrej creará una instalación de fabricación exclusiva para la producción de compresores de R-290 para productos de aire acondicionado. El gobierno de Alemania informó que esto había sido confirmado por la empresa; se espera que la instalación fabrique cerca de 1,6 millones de compresores una vez que el diseño y la fabricación del prototipo hayan sido completados satisfactoriamente; si bien los compresores de aire acondicionado de R-290 están destinados inicialmente al uso de Godrej en la producción de acondicionadores de aire con R-290, cualquier decisión sobre el suministro de estos compresores a otros fabricantes de equipos originales a nivel local y para la exportación se tomará una vez que comience la producción comercial; además, la parte de la producción para uso nacional y la exportación se basará en la evaluación de la demanda de estos compresores.

110. La Secretaría examinó los costos detallados de este componente con el asesoramiento técnico de un experto en refrigeración especializado en la eficiencia energética de equipos y utilizando los criterios de la decisión 91/65. Luego de esa revisión, se observó que había elementos de costo propuestos que parecían estar relacionados con la creación de una nueva instalación de fabricación que podría no ser coherente con las políticas y directrices del Fondo. En respuesta a una solicitud de aclaraciones, el gobierno de Alemania, tras consultar con la empresa, explicó que los elementos de costo que no estaban relacionados con la fabricación, sino con la mejora de la eficiencia energética de los nuevos compresores R-290, incluían una instalación de metrología, rugosímetro, máquina de medidas por coordenadas (MMC), una máquina de

<sup>16</sup> India es un país del grupo II y está preparando su plan de aplicación de Kigali.

medidas por coordenadas con sistema Equator, un patrón de altura y estaciones de calibrado, así como el costo de la instalación de pruebas. Los demás costos, como el montaje del compresor, la sala limpia específica, el calorímetro del compresor y los ensayos (creación de prototipos), estaban relacionados con el desarrollo de prototipos para los compresores de R-290 de alta eficiencia energética.

*Diseño y desarrollo de intercambiadores de calor de microcanales*

111. En cuanto al rediseño de los intercambiadores de calor de microcanales, la Secretaría señaló que la fabricación se subcontrataría y preguntó cómo se llevaría a cabo el diseño del producto que daría lugar a cambios en los intercambiadores de calor de microcanales para diferentes equipos. El gobierno de Alemania explicó que el equipo interno de expertos, con el apoyo de herramientas de simulación, así como el apoyo técnico de un experto externo, donde procediera, trabajaría en estrecha coordinación con los proveedores de intercambiadores de calor de microcanales con el fin de lograr los resultados previstos, incluido el proceso de optimización del diseño con compresores de R-290.

112. En respuesta a la pregunta de la Secretaría sobre la experiencia de Godrej en el uso de intercambiadores de calor de microcanales en equipos de R-290, el gobierno de Alemania confirmó que la empresa había utilizado efectivamente esos intercambiadores en su producción de acondicionadores de aire de R-290; esto se cambió por intercambiadores de calor de tubos de aletas, ya que la calidad de los intercambiadores de calor de microcanales disponibles en el mercado, incluida la idoneidad de las aleaciones utilizadas, dio lugar a devoluciones de productos. Se espera que con este rediseño optimizado y la mejora de las aleaciones utilizadas, junto con la introducción de acabados superficiales especiales, los intercambiadores de calor de microcanales resultantes funcionen mejor con los nuevos compresores de R-290.

113. La Secretaría también observó que los costos solicitados en este componente no incluían los elementos que darían lugar a intercambiadores de calor de microcanales optimizados. Luego de consultar a la Secretaría, el gobierno de Alemania consultó a sus asesores técnicos e introdujo ajustes en los componentes de costos.

*Integración de componentes y optimización de productos*

114. En cuanto a las pruebas de los productos resultantes, el gobierno de Alemania reiteró que éstos se probarán utilizando las normas Oficina de Eficiencia Energética a través de laboratorios de terceros acreditados.

Costo acordado del proyecto piloto

115. Además, se acordó reducir los costos del componente de la línea piloto de compresores y los costos asociados al apoyo técnico para el diseño del producto. El gobierno de Alemania también redujo el costo total del proyecto de 9 179 160 \$EUA a 7 548 095 \$EUA basándose en el asesoramiento de sus expertos técnicos luego de ajustar otros elementos de costo tras las deliberaciones con la Secretaría. Los costos finales acordados para el proyecto piloto se resumen en el Cuadro 4.

**Cuadro 4: Costos acordados para el proyecto piloto de eficiencia energética en Godrej**

Componente del proyecto	Actividades específicas	Godrej (\$EUA)	FML solicitado (\$EUA)	Total (\$EUA)
Línea piloto del compresor	Herramientas y líneas de fabricación. Edificio de la planta y servicios públicos utilizados para compresores rotativos, incluido el apoyo externo.	2 466 900	384 300	2 851 200
Diseño y desarrollo de compresores	Calorímetro de compresor, suministro externo de componentes, pruebas, ensayos, apoyo externo y certificación	2 952 400	934 495	3 886 895

<b>Componente del proyecto</b>	<b>Actividades específicas</b>	<b>Godrej (\$EUA)</b>	<b>FML solicitado (\$EUA)</b>	<b>Total (\$EUA)</b>
Diseño y desarrollo de intercambiadores de calor de microcanales	Obtención de muestras, pruebas, ensayos y apoyo externo	50 000	110 000	160 000
Diseño y desarrollo de acondicionadores de aire	Pruebas de desempeño, pruebas de seguridad, certificación y apoyo externo	50 000	250 000	300 000
General	Apoyo técnico para el diseño de productos, pruebas y evaluaciones técnicas	175 000	175 000	350 000
<b>Total</b>		<b>5 694 300</b>	<b>1 853 795</b>	<b>7 548 095</b>

### Sostenibilidad del proyecto piloto y evaluación de riesgos

116. Se espera que el proyecto dé lugar a diseños nuevos y optimizados de compresores con R-290 energéticamente eficientes para la fabricación de acondicionadores de aire en Godrej, lo que apoyaría las capacidades de fabricación de la empresa para aparatos con R-290. Aunque la empresa produce actualmente aparatos con HFC-32, dada su experiencia en la fabricación y venta de los aparatos con R-290 en el pasado,<sup>17</sup> su compromiso técnico y financiero con este proyecto (alrededor del 73,5 por ciento del costo del proyecto correrá a cargo de la empresa) y su compromiso y el del gobierno de promover los acondicionadores de aire con R-290 durante la ejecución del plan de aplicación de Kigali, se espera que el proyecto permita disponer de compresores con esa sustancia en la India, facilitando la transición del sector de fabricación de equipos de refrigeración y aire acondicionado a la tecnología de R-290. El gobierno de la India está desarrollando actualmente la estrategia nacional para la reducción de los HFC y, durante la finalización de la estrategia nacional en consulta con las partes interesadas nacionales pertinentes, diseñará medidas adicionales para promover los compresores de aire acondicionado con R 290 y otras tecnologías de bajo potencial de calentamiento atmosférico. El gobierno informará sobre la fabricación de compresores con R 290 en Godrej como parte de los informes del proyecto bajo el plan de aplicación de Kigali una vez que éste se apruebe.

### **RECOMENDACIÓN**

117. El Comité Ejecutivo podría considerar:

- a) Aprobar el proyecto piloto para diseñar y desarrollar a escala piloto compresores rotativos energéticamente eficientes junto con intercambiadores de calor de microcanales compatibles con la tecnología de R-290 en Godrej & Boyce Mfg. Ltd. (Godrej), para su uso en la fabricación de acondicionadores de aire para habitaciones en el contexto de la reducción de los HFC para la India, por un monto de 1 853 795 \$EUA, más gastos de apoyo del organismo de 213 929 \$EUA, señalando:
  - i) El compromiso de la empresa Godrej de convertir su producción de aparatos de aire acondicionado de HFC-32 a R-290 hasta un 70 por ciento de la producción de HFC- 32 para 2028;
  - ii) La reducción prevista de las emisiones directas de 437 840 ton. CO<sub>2</sub>e para 2028;

<sup>17</sup> Godrej fue una de las primeras empresas en comercializar aparatos de aire acondicionado residenciales a base de R-290 en la India y exportó estos productos a otros mercados de países del Artículo 5.

- iii) El compromiso del gobierno de India de:
    - a. Diseñar medidas políticas adicionales para promover los acondicionadores de aire con R-290 y otras tecnologías de bajo potencial de calentamiento atmosférico durante la preparación de la etapa I del plan de aplicación de Kigali;
    - b. Informar sobre el progreso realizado en la fabricación de compresores con R-290 en Godrej como parte de los informes de la etapa I del plan de aplicación de Kigali, una vez aprobado; y
  - iv) Que el proyecto se completaría a más tardar el 31 de diciembre de 2025 y que se presentaría un informe detallado del proyecto al Comité Ejecutivo en un plazo de seis meses a partir de la fecha de finalización del proyecto.
-