



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

Distr.
GENERAL

UNEP/OzL.Pro/ExCom/98/34
2 de junio de 2026

ESPAÑOL
ORIGINAL: INGLÉS

COMITÉ EJECUTIVO DEL FONDO MULTILATERAL
PARA LA APLICACIÓN DEL
PROTOCOLO DE MONTREAL
Nonagésima octava reunión
Montreal, 22-26 de junio de 2026
Puntos 8 c) y d) del orden del día provisional¹

PROPUESTAS DE PROYECTOS: ECUADOR

Este documento consiste en las observaciones y la recomendación de la Secretaría sobre las siguientes propuestas de proyecto:

Eliminación

- | | | |
|--|-------|--------------------|
| • Plan de gestión para la eliminación de los HCFC (etapa II, tercer tramo) | ONUDI | Aprobación general |
|--|-------|--------------------|

Reducción

- | | | |
|--|-------|----------------------------------|
| • Plan de aplicación de la Enmienda de Kigali relativa a los HFC (etapa I, segundo tramo), incluido un plan para eliminar por completo los HFC contenidos en polioles premezclados de importación en el sector espumas de poliuretano. | ONUDI | Para su consideración individual |
|--|-------|----------------------------------|

Eficiencia energética

- | | | |
|---|-------|----------------------------------|
| • Proyecto piloto de demostración para sustituir un sistema de refrigeración centralizado de R-507A por un sistema de recirculación de amoníaco en una empresa de procesamiento de camarones (decisión 91/65) | ONUDI | Para su consideración individual |
|---|-------|----------------------------------|

¹ UNEP/OzL.Pro/ExCom/98/1

HOJA DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS - PROYECTOS PLURIANUALES

Ecuador

TÍTULO DEL PROYECTO	ORGANISMO	REUNIÓN QUE APROBÓ	MEDIDA DE CONTROL
Plan de gestión para la eliminación de los HCFC (etapa II)	ONUDI (principal)	86 ^a	100 % de eliminación en 2030

DATOS DEL ARTÍCULO 7 (anexo C, grupo I)	Año: 2025	6,81 toneladas PAO
---	-----------	--------------------

DATOS DEL PROGRAMA DE PAÍS POR SECTORES (toneladas PAO)							Año: 2025
Sustancia	Aerosoles	Espumas	Extinción de incendios	Refrigeración		Disolventes	Consumo total de los sectores
				Fabricación	Servicio y mantenimiento		
HCFC-22					6,81		6,81

DATOS SOBRE EL CONSUMO (toneladas PAO)			
Base de comparación 2009-2010:	23,49	Punto de partida para reducciones acumuladas sostenidas:	44,16
CONSUMO ADMISIBLE PARA FINANCIAMIENTO			
Ya aprobado:	44,16	Restante:	0,00

PLAN ADMINISTRATIVO RESPALDADO		2026	2027	2028	Total
ONUDI	Eliminación de SAO (toneladas PAO)	0,00	3,02	0,00	3,02
	Financiamiento (USD)	0	273.385	0	273.385

DATOS DEL PROYECTO		2020	2021-2022	2023*	2024	2025	2026**	2027	2028-2029	2030	Total
Consumo (toneladas PAO)	Límites establecidos en el Protocolo de Montreal	15,27	15,27	15,27	15,27	7,63	7,63	7,63	7,63	0	n.a.
	Máximo admisible	15,27	15,27	15,27	15,27	7,63	7,63	7,63	7,63	0	n.a.
Cantidades aprobadas en principio para la ONUDI (USD)	Costos del proyecto	292.750	0	527.250	0	0	0	255.500	0	214.500	1.290.000
	Gastos de apoyo	20.493	0	36.908	0	0	0	17.885	0	15.015	90.301
Fondos aprobados por el Comité Ejecutivo (USD)	Costos del proyecto	292.750	0	527.250	0	0		0	0	0	820.000
	Gastos de apoyo	20.493	0	36.908	0	0		0	0	0	57.401
Total de fondos recomendados para aprobación en esta reunión (USD)	Costos del proyecto						255.500				255.500
	Gastos de apoyo						17.885				17.885

* En el financiamiento de 2023 se incluyen USD 120.000, más USD 8.401 en concepto de gastos de apoyo del organismo, destinados a actividades adicionales para mantener la eficiencia energética (decisión 89/6).

** La solicitud del tercer tramo se ha adelantado de 2027 a 2026

Recomendación de la Secretaría:	Aprobación general
---------------------------------	--------------------

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1. La ONUDI, en su calidad de organismo de ejecución designado, ha presentado en nombre del Gobierno del Ecuador una solicitud de financiamiento para el tercer tramo de la etapa II del plan de gestión para la eliminación de los HCFC (PGEH) por un monto de USD 255.500 más unos gastos de apoyo del organismo de USD 17.885². La presentación de dicha solicitud incluye un informe sobre la marcha de las actividades relativo a la ejecución del segundo tramo y el plan de ejecución del tramo correspondiente al período de 2026 a 2029.

Informe sobre el consumo de HCFC

2. El Gobierno del Ecuador ha informado de un consumo de 6,81 toneladas PAO de HCFC en 2025, una cifra un 71 por ciento inferior a la base de comparación del país para el cumplimiento. En el cuadro 1 se muestra el consumo de HCFC en el periodo 2021-2025.

Cuadro 1. Consumo de HCFC en el Ecuador en 2021-2025 (datos del artículo 7)

HCFC	2021	2022	2023	2024	2025	Base de comparación
Toneladas métricas (t)						
HCFC-22	****185,22	166,28	164,33	138,15	123,89	382,27
HCFC-124	0,27	0,0	0,0	0,0	0,0	9,99
HCFC-142b	0,16	0,0	0,0	0,0	0,0	18,45
Total (t)	185,65	166,28	164,33	138,15	123,89	*427,73
HCFC-141b en polioles premezclados de importación**	67,08	1,51	0,0	0,0	0,0	***187,91
Toneladas PAO						
HCFC-22	****10,19	9,15	9,04	7,60	6,81	21,02
HCFC-124	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,22
HCFC-142b	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	1,20
Total (toneladas PAO)	10,21	9,15	9,04	7,60	6,81	*23,49
HCFC-141b en polioles premezclados de importación**	7,38	0,17	0,0	0,0	0,0	***20,67

* Incluye 9,18 t (0,18 toneladas PAO) de HCFC-123 y 7,84 t (0,86 toneladas PAO) de HCFC-141b.

** Datos del programa de país

*** Punto de partida establecido en el Acuerdo con el Comité Ejecutivo

**** Se ha verificado un consumo de 10,17 toneladas PAO (documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/93/52). Se están corrigiendo los datos del artículo 7.

3. Solo se están consumiendo HCFC en el mantenimiento de equipos de refrigeración y aire acondicionado originalmente diseñados para funcionar con HCFC-22, lo que incluye equipos de refrigeración comerciales, equipos de aire acondicionado residenciales y comerciales ligeros y grandes sistemas de refrigeración del sector pesquero industrial. El resto de los HCFC, distintos del HCFC-22, ya se han eliminado.

4. La constante reducción del consumo de HCFC es reflejo de la ejecución de las actividades del PGEH en el país, incluidos los controles reglamentarios, el sistema de concesión de licencias y cupos y la asistencia

² Según la nota del 28 de marzo de 2026 del Ministerio de Producción, Comercio Exterior e Inversiones del Ecuador a la ONUDI.

técnica continua al sector de refrigeración y aire acondicionado; la retirada progresiva de los equipos que emplean HCFC; y la transición del mercado a refrigerantes alternativos como los HFC.

5. En el sector de espumas, se ha eliminado el consumo de HCFC-141b contenido en polioles premezclados de importación. Han cesado las importaciones como resultado de las medidas reglamentarias nacionales y la transición del sector a agentes espumantes alternativos, como las mezclas de HFC-365mfc/227ea y HFC-245fa.

Informe de ejecución del programa de país

6. Los datos de consumo de HCFC facilitados por el Gobierno del Ecuador en su informe sobre la ejecución del programa de país de 2025 se corresponden con los datos comunicados en virtud del artículo 7 del Protocolo de Montreal.

Informe sobre la marcha de las actividades del segundo tramo de la etapa II del plan de gestión para la eliminación de los HCFC

Marco jurídico

7. Actualmente, en el Ecuador está prohibida la importación de polioles premezclados que contengan HCFC. Inicialmente, se regulaban mediante un sistema anterior de licencias de importación, a través del código arancelario 3907.20.30.10, de conformidad con la Resolución COMEX No.°009-2022. Posteriormente, la Resolución COMEX No.°001-2024, aprobada el 26 de enero de 2024 y que entró en vigor el 30 de enero de 2024, modificó el marco nacional de control del comercio al eliminar estos productos del régimen de licencias de importación e incluirlos en la lista nacional de importaciones prohibidas. En concreto, se incorporó a la lista de importaciones prohibidas el código arancelario 3907.29.30.10 correspondiente a "poliéteres polioles derivados del óxido de propileno que contengan HCFC". Durante el periodo de notificación se ejecutaron las siguientes actividades:

- a) *Asistencia técnica para reforzar el control del tráfico de sustancias que agotan la capa de ozono (SAO):* Se impartió capacitación sobre el control de las importaciones de HCFC y la prevención del comercio ilegal a 105 funcionarios (incluidas 27 mujeres) del Servicio Nacional de Aduana del Ecuador (SENAE); se impartió capacitación sobre el sistema de concesión de licencias, la clasificación arancelaria y las herramientas de presentación de informes sobre las sustancias controladas a 105 importadores y agentes de aduanas (incluidas 79 mujeres); se elaboraron materiales informativos para los importadores a fin de apoyar una mejor presentación de informes y supervisión; y se llevó a cabo un mantenimiento preventivo de los identificadores de gases portátiles utilizados por el SENA; y
- b) *Aprobación y aplicación de las directrices sobre refrigerantes alternativos:* Se finalizaron las directrices para la evaluación de riesgos en el servicio y mantenimiento de equipos de refrigeración y aire acondicionado de hidrocarburos (HC), con 2.200 copias impresas y distribuidas en cinco instituciones de capacitación profesional; se proporcionó asistencia técnica y económica para apoyar los trabajos de desarrollo y adaptación del Centro de Perfeccionamiento en el Uso de Refrigerantes de la Escuela Politécnica Nacional (EPN).

Sector de servicio y mantenimiento de equipos de refrigeración

8. Durante el periodo de notificación se ejecutaron las siguientes actividades:

- a) *Aplicación de buenas prácticas en el uso de HC y otros refrigerantes alternativos:* Dieciséis estudiantes (incluidas cuatro mujeres) de escuelas técnicas de diferentes zonas del país

participaron en un programa de verano centrado en las buenas prácticas en refrigeración y el uso seguro de refrigerantes con bajo potencial de calentamiento atmosférico (PCA); se desarrolló una agenda técnica nacional sobre sistemas de refrigeración de amoníaco (NH₃), que incluye seminarios, debates técnicos y eventos de intercambio de conocimientos destinados a fortalecer las capacidades técnicas en aplicaciones de refrigeración industrial, enfriadores y condensadores que emplean NH₃; se adquirieron 20 juegos básicos de herramientas para poner en práctica las buenas prácticas en sistemas de refrigeración y aire acondicionado de HC, que está previsto entregar a los técnicos seleccionados en la segunda mitad de 2026;

- b) *Fortalecimiento del programa de capacitación en buenas prácticas de mantenimiento:* Se actualizó un manual de buenas prácticas de refrigeración para adaptarlo a la norma nacional de competencias laborales para técnicos de refrigeración y aire acondicionado (impresión y distribución planificadas para 2026); se elaboraron guías de capacitación práctica a partir de los módulos ya empleados en la EPN; se han entregado dos módulos de laboratorio didácticos a la Universidad Técnica de Manabí; se desarrolló una propuesta de acuerdo de cooperación interinstitucional con el Ministerio de Educación, Deporte y Cultura; varios centros de capacitación técnica y profesional han recibieron consumibles (refrigerantes, materiales de soldadura, filtros, tubos de cobre y otros suministros de laboratorio), así como materiales educativos y técnicos adicionales; se ha firmado un acuerdo de servicios con una escuela técnica para fortalecer los programas de capacitación de técnicos de refrigeración y aire acondicionado; y se han celebrado varias actividades de capacitación en buenas prácticas de mantenimiento de equipos de refrigeración y aire acondicionado y manipulación segura de HC, recuperación de refrigerantes, prácticas de reparación y mantenimiento de equipos de refrigeración domésticos, psicrometría, soldadura, ejercicios prácticos de laboratorio sobre procedimientos de manipulación de refrigerantes, recuperación, instalación y mantenimiento en los que participaron 651 personas (77 de ellas mujeres);
- c) *Fortalecimiento del sistema de certificación de técnicos:* En diciembre de 2024, se adoptó oficialmente un nuevo perfil nacional de competencias profesionales con un período de validez de cinco años, en el que se establecieron dos esquemas de certificación basados en competencias: uno para la operación de sistemas de refrigeración de NH₃ y otro en buenas prácticas en los procesos de instalación y mantenimiento de sistemas de refrigeración y aire acondicionado. Se proporcionó asistencia técnica a instituciones de capacitación, para que pasaran a ser organismos de certificación autorizados, entre ellos la EPN, el Instituto Superior Tecnológico Universitario Luis Arboleda Martínez (ITSULAM), el Servicio Ecuatoriano de Capacitación Profesional y otros; se certificaron 145 técnicos; se realizó un seminario web para 37 participantes para presentar los perfiles de competencias profesionales y los esquemas de certificación, promover la adopción del sistema de certificación y sensibilizar a las partes interesadas del sector de refrigeración y aire acondicionado; y se desarrolló un curso de capacitación en línea sobre buenas prácticas de refrigeración al que asistieron 121 participantes. Actualmente, el curso se encuentra alojado en la plataforma de aprendizaje electrónico de la EPN y se está adaptando para su implementación en la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), un proceso que se prevé que finalice a mediados de 2026. Otros 131 técnicos (cuatro de ellos mujeres) participaron en cursos y seminarios técnicos sobre buenas prácticas de mantenimiento, recuperación de refrigerantes y preparación para la certificación de competencias laborales en el sector de equipos de refrigeración y aire acondicionado en la ESPOL (252 participantes capacitados, aunque no certificados);
- d) *Fortalecimiento de la red de recuperación, regeneración y reciclaje (RRR) de refrigerantes:* Se desarrolló un modelo operativo y de gestión para el centro de regeneración de

refrigerantes de la ESPOL, que actualmente se está utilizando como referencia a nivel nacional. Se entregó un equipo de regeneración al ITSULAM, se proporcionó una unidad fabricada localmente a una empresa de gestión de residuos eléctricos y electrónicos (RAEE) y la ESPOL recibió ocho bombonas de recuperación de 50 lb y una báscula de refrigerantes. La Unidad de Ozono de Ecuador estableció una cooperación con una empresa cementera para destruir sin costo los refrigerantes recuperados y proporcionó asistencia técnica a HAZWAT, un operador capaz de destruir sustancias controladas; se impartieron talleres de capacitación en la ESPOL y la EPN sobre la recuperación de refrigerantes de los equipos al final de su vida útil a los que asistieron 111 operadores de RAEE (incluidas ocho mujeres); se tradujeron y diseñaron manuales de máquinas de recuperación y regeneración; cuatro empresas de RAEE adquirieron equipos para la recuperación de refrigerantes; y se realizaron dos viajes de estudios: uno de 12 representantes (cinco de ellos mujeres) a Colombia para fortalecer las capacidades técnicas a lo largo del ciclo de vida de los refrigerantes, y otro de dos representantes a Chile, centrado en la gestión de los refrigerantes al final de su vida útil. En un estudio teórico finalizado en noviembre de 2024 se analizaron las dificultades y oportunidades de la gestión de las espumas aislantes de los intercambiadores de calor y se propusieron opciones de políticas y tecnológicas como labor futura; un proyecto piloto en una empresa autorizada de RAEE permitió dismantelar 100 refrigeradores al final de su vida útil, lo que permitió recuperar 24,2 kg de HFC-134a, 1,11 kg de R-12, 9,5 kg de aceite de compresores y 887 kg de espuma de poliuretano (16,7 por ciento del peso total del equipo). El proyecto piloto también puso de manifiesto lagunas en la trazabilidad, ya que el 31 por ciento de las unidades no tenían placas de identificación ni números de serie, lo que subraya la necesidad de llevar a cabo una supervisión más estricta de los equipos de refrigeración al final de su vida útil;

- e) *Proyectos piloto para la conversión a refrigerantes alternativos y asistencia técnica a grandes usuarios finales:* Un proyecto piloto en el Banco de Alimentos de Quito sirvió para optimizar dos cámaras frigoríficas que anteriormente utilizaban HCFC-22 y R-507 mediante un redimensionamiento del sistema, su reconversión a R-438A y la habilitación para utilizar propano (HC-290), junto con supervisión del rendimiento, evaluaciones de seguridad y mejoras eléctricas; la intervención generó un ahorro de energía del 35-42 por ciento y evitó que se emitieran 4 kg (6,5 toneladas de CO₂ equivalente (CO₂ eq)) de HCFC-22; los resultados se compartieron con la Red Mundial de Bancos de Alimentos, lo que despertó el interés de las organizaciones miembro que buscaban apoyo para replicar conversiones similares. En un segundo proyecto piloto en La Fabril S.A. se transformó un enfriador de agua industrial de 30 TR de HCFC-22 a propano, lo que incluyó llevar a cabo evaluaciones de riesgos de seguridad, la sustitución por componentes adecuados para refrigerantes inflamables y capacitación técnica; el sistema transformado consiguió unos ahorros de electricidad de ~20 por ciento y hasta un 30 por ciento de mejora de su rendimiento, y evitó 25 kg (45 toneladas de CO₂ eq) de emisiones de HCFC-22; actualmente la empresa está evaluando llevar a cabo una sustitución más amplia de equipos de HCFC por sistemas de HC. En ambos proyectos piloto se llevaron a cabo exhaustivas evaluaciones de seguridad con equipos institucionales de salud ocupacional, se garantizó el cumplimiento de las normas de seguridad y se incluyó el desarrollo de las capacidades del personal técnico. Se sigue haciendo seguimiento del rendimiento de los sistemas, en concreto de su estabilidad, eficiencia y seguridad; estos proyectos piloto demuestran un fuerte potencial de replicabilidad en sus respectivos sectores. Se llevaron a cabo otras intervenciones técnicas adicionales en el Mercado Mayorista de Quito que mejoraron el rendimiento y la eficiencia energética de los equipos de refrigeración en pequeñas instalaciones comerciales de conservación de alimentos; las actividades incluyeron el servicio técnico y optimización de tres sistemas de las secciones de carne y productos lácteos mediante la sustitución de sellos y bisagras de puertas, la mejora del drenaje de los evaporadores, el sellado de fugas de aire, la instalación de controladores de temperatura, el mantenimiento de unidades de

condensación y la mejora de las conexiones eléctricas, a fin de mejorar la fiabilidad y el rendimiento en el almacenamiento de alimentos perecederos; y

- f) *Actividades de sensibilización pública:* El programa de certificación de competencias laborales se difundió en todos los talleres celebrados para técnicos e instructores en refrigeración y aire acondicionado en el marco del segundo tramo. Las obligaciones nacionales del país como parte del Protocolo de Montreal se han confirmado en las tres reuniones anuales de comunicación de cupos de importación. La información relativa a las actividades de la etapa II del PGEH se difundió a través de las redes sociales y los comunicados de prensa del Ministerio de Producción, Comercio Exterior e Inversiones del Ecuador (MPCEI). Se hicieron visitas periódicas a puntos de venta al por menor de refrigerantes y a talleres de servicio y mantenimiento de refrigerantes, instalaciones aduaneras y usuarios finales, y se organizaron varios talleres de sensibilización, tanto sobre el terreno como en línea, para promover los compromisos de eliminación de HCFC y los refrigerantes alternativos.

Ejecución y supervisión del proyecto

9. Mediante el acuerdo de cooperación interinstitucional entre el MPCEI y el Viceministerio de Producción e Industrias (a través de la Dirección de Reconversión Ambiental y Tecnológica), la ONUDI estableció vínculos técnicos y financieros entre los principales sectores involucrados. La Unidad de Ozono de Ecuador y la ONUDI han estado supervisando las actividades, informando sobre los avances logrados y trabajando con las partes interesadas para eliminar los HCFC. De los USD 26.000 aprobados para la gestión y supervisión del proyecto en el marco del segundo tramo, USD 22.905 se destinaron a personal del proyecto y consultores (USD 10.000) y pasajes y traslados nacionales, reuniones y talleres (USD 12.905).

Actividades para mantener la eficiencia energética

10. Desde 2023, se han ejecutado las siguientes actividades adicionales para mantener la eficiencia energética:

- a) *Fortalecimiento de la capacidad de los importadores y agentes de aduanas:* Se ha preparado un proyecto de guía para importadores y agentes de aduanas sobre procedimientos de evaluación de la conformidad, el etiquetado de eficiencia energética y normas de eficiencia energética mínima para equipos de refrigeración y aire acondicionado, el uso eficaz de herramientas de análisis de riesgos y ejemplos prácticos para prevenir la falsificación, la piratería y el marcado de origen falso; se celebraron dos eventos de sensibilización destinados a líderes de la industria y partes interesadas clave para debatir sobre las posibles oportunidades de mejora de la eficiencia energética en los sistemas de refrigeración y aire acondicionado y fomentar el diálogo con el sector privado; y se impartió capacitación a seis profesionales del Instituto de Investigación Geológica y Energética, una entidad responsable de realizar auditorías energéticas en el sector industrial;
- b) *Creación de capacidad y capacitación adicional sobre eficiencia energética en el sector de servicio y mantenimiento de equipos de refrigeración:* La ONUDI completó en 2025 la adquisición de ocho juegos de herramientas³ para instituciones de capacitación profesional y de educación básica para apoyar la capacitación de técnicos en la determinación del rendimiento y la eficiencia energética de los sistemas de refrigeración y aire acondicionado; está previsto que los juegos de herramientas lleguen a Ecuador a mediados de 2026. En una visita técnica a las islas Galápagos se evaluaron los sistemas de refrigeración y eléctricos de

³ Incluyen un analizador de la calidad de la energía trifásico, pinzas amperimétricas, termómetros, anemómetro, instrumentos de medición de la presión de tuberías y cámaras termográficas.

instalaciones de procesamiento de pescado para identificar problemas relacionados con la eficiencia energética y desarrollar recomendaciones técnicas para corregir el factor de potencia y reducir las penalizaciones energéticas, y se desarrolló un sistema de registro de datos para facilitar la supervisión continua, el análisis del rendimiento y el mantenimiento predictivo de los equipos de refrigeración y aire acondicionado. Se impartió en Cuenca una capacitación técnica para 18 participantes (incluidas tres mujeres) sobre la eficiencia energética de los sistemas de refrigeración; se brindó asistencia técnica al Banco de Alimentos Diakonía, realizando una evaluación y mejorando el rendimiento energético de las cámaras de refrigeración y los sistemas de aire acondicionado, impartiendo capacitación sobre eficiencia energética y la reducción de la huella de carbono a 10 miembros del personal (cinco de ellos mujeres) y aportando posteriormente recomendaciones y orientación sobre la integración energéticamente eficiente de los equipos de refrigeración recién instalados; se impartió en Quito una capacitación sobre eficiencia energética en edificios, con énfasis en los sistemas de aire acondicionado, la ventilación natural y la arquitectura sostenible para 150 participantes (incluidas 30 mujeres); y

- c) *Actividades de sensibilización y divulgación para fomentar la eficiencia energética:* También se difundieron materiales de sensibilización sobre la eficiencia energética en el sector de refrigeración y aire acondicionado a través de infografías, publicaciones digitales y contenido específico en el sitio web institucional, lo que contribuyó a lograr una mayor difusión y sensibilización pública sobre la importancia de utilizar tecnologías de refrigeración y aire acondicionado energéticamente eficientes; el personal de la Unidad de Ozono de Ecuador participó en un evento de la industria en Brasil dedicado a fortalecer las capacidades de diseño y ejecución de políticas relacionadas con la eficiencia energética en economías emergentes; 120 participantes asistieron a cuatro sesiones de capacitación de auditores internos sobre la norma ISO 50001 relativa a los sistemas de gestión de la energía; y se difundieron materiales de sensibilización sobre la eficiencia energética en el sector de refrigeración y aire acondicionado en forma de infografías, publicaciones digitales y sitios web.

Nivel de desembolso de fondos

11. A fecha de mayo de 2026, de los USD 820.000 aprobados hasta ese momento, se habían desembolsado USD 669.092 (el 82 por ciento), como se indica en el cuadro 2. El saldo de USD 150.908 se desembolsará en el tercer tramo.

Cuadro 2. Informe financiero de la etapa II del PGEH del Ecuador (USD)

Tramo de financiamiento	Fondos aprobados	Fondos desembolsados	Tasa de desembolso (%)	Saldo de los fondos
Primero	292.750	292.750	100	0
Segundo	527.250	376.342	71	150.908
Total	820.000	669.092	82	150.908

Plan de ejecución del tercer tramo de la etapa II del plan de gestión para la eliminación de los HCFC

12. Entre julio de 2026 y diciembre de 2029, la ONUDI ejecutará las actividades siguientes:

- a) *Asistencia técnica para el fortalecimiento del control del tráfico de SAO y directrices para refrigerantes alternativos* (USD 20.500, más fondos del tramo anterior): Impartir, al menos, un curso de capacitación para funcionarios de aduanas y partes interesadas, desarrollar al menos un curso en línea para aduanas y apoyar el desarrollo de perfiles de riesgo para prevenir el comercio ilegal de las sustancias controladas (USD 12.000); aprobar e implementar normas/directrices de seguridad para los refrigerantes alternativos, y diseñar y

elaborar directrices para las conversiones de sistemas de refrigeración y aire acondicionado, incluidos manuales impresos (USD 8.500);

- b) *Fortalecimiento de los programas de capacitación en buenas prácticas de mantenimiento para sistemas de refrigeración y aire acondicionado* (USD 35.000 más fondos del tramo anterior): Actualizar el programa de capacitación de técnicos de refrigeración y aire acondicionado, implementar el curso de capacitación en línea en, al menos, tres instituciones y llevar a cabo tres cursos de capacitación para mujeres técnicas (USD 15.000); y llevar a cabo tres cursos de capacitación sobre el uso seguro de HC y otras sustancias alternativas para 90 técnicos de refrigeración y aire acondicionado (USD 20.000);
- c) *Fortalecimiento del esquema de certificación de técnicos de refrigeración y aire acondicionado* (USD 30.000): Llevar a cabo, al menos, dos campañas de sensibilización para promover el esquema de certificación de técnicos; diseñar y desarrollar un sistema de registro y concesión de licencias basado en tarjetas de identificación; y certificar, al menos, a 100 técnicos de refrigeración y aire acondicionado de acuerdo con las normas de competencias laborales aprobadas;
- d) *Fortalecimiento de la red de RRR de refrigerantes* (USD 40.000): Supervisar el funcionamiento de los centros de regeneración de refrigerantes existentes; y capacitar a 70 técnicos en buenas prácticas de recuperación y regeneración de refrigerantes;
- e) *Proyectos piloto de conversión y asistencia técnica para grandes usuarios finales* (USD 100.000): Implementar, al menos, tres proyectos piloto sobre conversiones a refrigerantes de bajo PCA; y celebrar cuatro reuniones informativas o talleres de capacitación para diferentes subsectores en los que compartir las enseñanzas extraídas, promover las mejores prácticas y sensibilizar;
- f) *Sensibilización pública para fomentar la eliminación de los HCFC* (USD 10.000 más fondos del tramo anterior): Llevar a cabo una campaña de sensibilización destinada a usuarios finales a fin de promover el uso de refrigerantes respetuosos con el medio ambiente y la adopción de tecnologías de bajo PCA energéticamente eficientes, y una campaña destinada a técnicos para fomentar las buenas prácticas de mantenimiento y una manipulación adecuada de los refrigerantes que permita reducir las emisiones;
- g) *Actividades para mantener la eficiencia energética en el sector de servicio y mantenimiento de equipos de refrigeración* (fondos del tramo anterior): Celebrar cuatro talleres de capacitación para 90 importadores, funcionarios de aduanas y funcionarios de comercio sobre la supervisión, etiquetado e inspección de productos que utilizan refrigerantes de bajo PCA y su clasificación de eficiencia energética; organizar cuatro talleres de capacitación para 80 instructores y técnicos sobre los procedimientos para limitar la pérdida de eficiencia energética durante reparaciones, mantenimiento e instalación de equipos de refrigeración y aire acondicionado, distribuir 3.000 copias de dos infografías sobre la lectura de las etiquetas de eficiencia energética, valores de PAO y PCA de refrigerantes, costos relacionados y beneficios para el medio ambiente; y
- h) *Supervisión y ejecución del proyecto* (USD 20.000 más fondos del tramo anterior): Hacer seguimiento de todas las actividades; supervisar la compra de equipos, materiales y herramientas; asegurarse de que los contratos de servicio y mantenimiento cumplan con las normas y reglamentos pertinentes; informar sobre la ejecución del proyecto y los plazos, y solucionar cualquier problema que pueda surgir.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIÓN DE LA SECRETARÍA

OBSERVACIONES

Presentación anticipada

13. Según el Acuerdo entre el Gobierno del Ecuador y el Comité Ejecutivo, el tercer tramo de la etapa II del PGEH estaba prevista para la 100ª reunión, que tendrá lugar en 2027. Dados los sustanciales avances y el nivel de desembolso del tramo logrado hasta este momento, y previa consulta con la Secretaría, la ONUDI ha presentado la presente solicitud a la 98ª reunión, es decir, antes de la fecha prevista, para que coincida con la presentación del tramo del plan de aplicación de la Enmienda de Kigali relativa a los HFC (PAK) en la misma reunión y, de esta manera, reducir la carga administrativa del Gobierno y del organismo de ejecución. La Secretaría ha revisado y recomendado la aprobación del tramo basándose en el grado de avance y el desembolso logrado (el 71 por ciento), señalando que posponer la aprobación de este tramo podría afectar al buen ritmo de ejecución y que, tras la aprobación de todos los proyectos y actividades programados en el plan administrativo de este año, habría fondos suficientes para aprobar este tramo.

Informe sobre la marcha de las actividades del segundo tramo de la etapa II del plan de gestión para la eliminación de los HCFC

Marco jurídico

14. El Gobierno del Ecuador ha fijado los cupos de importación de HCFC para 2026 en 6,11 toneladas PAO, una cifra inferior a las metas de control del Protocolo de Montreal.

Sector de servicio y mantenimiento de equipos de refrigeración

15. La adquisición de 80 bombonas de recuperación y de 40 máquinas de recuperación sufrió retrasos debido a los procesos de compra; se espera que los equipos lleguen al Ecuador en el último trimestre de 2026. A pesar de este retraso, se han logrado avances mediante el desarrollo de una colaboración con cuatro empresas de gestión de RAEE (Reciclaelectronics, Recitec, Recygreen y Recynter) y la organización de capacitaciones. Para maximizar la eficiencia en el uso de los recursos y optimizar los presupuestos disponibles, se han integrado y coordinado varias actividades entre Quito y Guayaquil, entre las que se incluyen sesiones de capacitación centradas en las prácticas de recuperación de refrigerantes de los equipos de refrigeración y aire acondicionado y de RAEE al final de su vida útil.

16. La ONUDI informó a la Secretaría de que la Unidad de Ozono había establecido un acuerdo de cooperación informal con una empresa de hornos de cemento, UNACEM, para destruir sin costo y de forma respetuosa con el medio ambiente (mediante incineración) refrigerantes recuperados. Hasta este momento, se han gestionado 392,56 kg de refrigerantes a través de la red nacional de recuperación, de los que 273,82 kg se destruyeron mediante el coprocesamiento en hornos de cemento de la UNACEM, mientras que se regeneraron 118,74 kg.

17. La Secretaría preguntó acerca del curso de capacitación en línea para aduanas; la ONUDI explicó que todavía se estaba desarrollando, ya que aún estaba pendiente un acuerdo institucional con el SENA E para integrar oficialmente el curso en el sistema oficial de capacitación aduanera. El contenido y la estructura del curso se están preparando en coordinación con el SENA E. La ejecución de actividades de capacitación para funcionarios de aduanas, agentes de aduanas e importadores se ha enfrentado a dificultades operativas como resultado de los recientes procesos de reestructuración institucional y medidas de optimización del estado, que han reducido la disponibilidad de personal de aduanas y de otras partes interesadas relacionadas. Hasta la fecha, se ha capacitado a un total de 330 participantes, mientras que el objetivo general para esta etapa se había establecido en 800. Con el fin de mantener el ritmo y adaptarse a dificultades de personal, la capacitación se ha trasladado de Quito a las regiones.

18. La Secretaría también ha preguntado acerca de los cambios presupuestarios, y la ONUDI ha confirmado que no se han producido modificaciones presupuestarias sustanciales al plan originalmente aprobado. Durante la ejecución del proyecto, fue necesario hacer ajustes menores entre ciertas actividades para solucionar las necesidades operativas y adaptarse a los cambios institucionales que surgieron durante la ejecución. Estas reasignaciones se llevaron a cabo de conformidad con la flexibilidad permitida en el marco del proyecto y, en todos los casos, se mantuvieron por debajo del umbral del 20 por ciento establecido por el Comité Ejecutivo.

Aplicación de la política de género

19. Conforme a lo dispuesto en las decisiones 84/92 d) y 90/48 c), la ONUDI tiene previsto aumentar la participación de las mujeres en el sector de refrigeración y aire acondicionado mediante la creación de un entorno favorable, la mejora de las oportunidades de empleo y de las condiciones de trabajo de las mujeres, y el fortalecimiento de las capacidades técnicas de las mujeres técnicas mediante cursos de capacitación y el suministro de juegos de herramientas. El proyecto recopila datos e información cualitativa desglosados por sexo para analizar y hacer un seguimiento de los temas de género; sus resultados, productos y actividades están diseñados para satisfacer las diferentes necesidades y prioridades de mujeres y hombres; garantiza que tanto las mujeres como los hombres puedan hacer aportaciones, acceder y participar en las actividades de los proyectos; ofrece una contratación equilibrada del personal de los proyectos y representación en juntas de proyectos y comités directivos; y en su componente de supervisión y evaluación se requiere presentar informes específicos sobre la participación de las mujeres y los progresos realizados para gestionarlo. Durante la ejecución del primer tramo, una serie de actividades, incluida la capacitación de técnicos en buenas prácticas, la certificación de técnicos en competencias laborales, el programa "Cero Fugas" y la promoción de sustancias alternativas en el sector de refrigeración y aire acondicionado, fueron lideradas por consultoras mujeres nacionales e internacionales.

Sostenibilidad de la eliminación de los HCFC y evaluación de riesgos

20. Para garantizar la sostenibilidad a largo plazo de la eliminación de los HCFC, la aplicación del sistema de concesión de licencias y cupos de importación de HCFC por parte de la Unidad de Ozono se complementará con mejoras continuas, y el sistema de concesión de licencias en línea se ha actualizado para mejorar la supervisión, la trazabilidad y la notificación de las sustancias controladas, de forma que se refuerce la capacidad del país para gestionar el consumo de HCFC a largo plazo. La vigilancia de la prohibición de las importaciones de HCFC-141b puro (enero de 2020) y la restricción de las importaciones de polioles premezclados con HCFC-141b para aplicaciones de espumas (enero de 2023) garantizará la eliminación sostenida de esta sustancia.

21. Los programas de capacitación en buenas prácticas de mantenimiento, recuperación de refrigerantes y manipulación segura de alternativas de bajo PCA se han ido introduciendo en progresivamente en las instituciones nacionales de formación profesional y de educación técnica. Esta incorporación a las instituciones asegura que las actividades de capacitación puedan continuar una vez finalizado el PGEH. Por otra parte, el fortalecimiento de los esquemas de certificación de técnicos y la ampliación de las redes de RRR de refrigerantes contribuyen a mantener las reducciones de HCFC logradas a través del PGEH. El Gobierno del Ecuador se compromete a continuar con la elaboración e introducción de nuevas normas y estándares para la manipulación segura de los refrigerantes alternativos, así como a mejorar la sensibilización pública sobre la eliminación de los HCFC para facilitar la transición a tecnologías de bajo PCA.

Conclusión

22. El Gobierno del Ecuador sigue cumpliendo con los objetivos establecidos en el Protocolo de Montreal e indicados en su Acuerdo con el Comité Ejecutivo. Se ha ejecutado un amplio conjunto de actividades para fortalecer la capacidad nacional de controlar el comercio de los HCFC, adoptar normas técnicas sobre refrigeración, capacitar a 210 agentes e intermediarios aduaneros, certificar a 145 técnicos,

adquirir juegos de herramientas y equipos para técnicos e institutos de capacitación, y promover la contención de los refrigerantes y la reducción de las fugas entre grandes usuarios finales. La tasa de desembolso total de los fondos corresponde al 82 por ciento del financiamiento aprobado. Las actividades para mantener la eficiencia energética en el sector de servicio y mantenimiento de equipos de refrigeración también están progresando bien. El tercer tramo de la etapa II no estaba previsto hasta la 100ª reunión del Comité Ejecutivo, en 2027; sin embargo, dado el grado de los avances y los desembolsos logrados hasta el momento, la Secretaría considera que la aprobación del tercer tramo en la presente reunión ayudaría a proseguir con la ejecución de las actividades de eliminación, especialmente porque coincide con la presentación del tramo del PAK y, por lo tanto, ayudaría a evitar cargas administrativas para el Gobierno y la ONUDI. La Secretaría recomienda la aprobación general del tramo, ya que hay fondos suficientes en el trienio actual.

RECOMENDACIÓN

23. La Secretaría del Fondo recomienda que el Comité Ejecutivo tome nota del informe sobre la marcha de las actividades relativo a la ejecución del segundo tramo de la etapa II del plan de gestión para la eliminación de los HCFC (PGEH) del Ecuador; y también recomienda la aprobación general del tercer tramo de la etapa II del PGEH y el correspondiente plan de ejecución del tramo para 2026-2029 del Ecuador, con el nivel de financiamiento que se indica en el siguiente cuadro:

	Título del proyecto	Financiamiento para el proyecto (USD)	Gastos de apoyo (USD)	Organismo de ejecución
a)	Plan de gestión para la eliminación de los HCFC (etapa II, tercer tramo)	255.500	17.885	ONUDI

HOJA DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS - PROYECTOS PLURIANUALES

Ecuador

TÍTULO DEL PROYECTO	ORGANISMO	REUNIÓN QUE APROBÓ	MEDIDA DE CONTROL
Plan de aplicación de la Enmienda de Kigali relativa a los HFC (etapa I)	ONUDI (principal)	93°	14,1% de eliminación en 2029

DATOS DEL ARTÍCULO 7 (anexo F)	Año: 2025	1.238,20 t	2.730.306 toneladas de CO ₂ eq
--------------------------------	-----------	------------	---

DATOS SECTORIALES DEL PROGRAMA DE PAÍS (toneladas de CO2 eq)								Año:	2025
Sustancia	Aerosoles	Espumas	Extinción de incendios	Aire acondicionado y refrigeración				Disolventes	Otros
				Fabricación			Servicio y manten.		
				Refrigeración	Aire acond.	Otros			
HFC				115.073			2.615.874		
HFC contenidos en polioles premezclados de importación*		91.536							

*Consumo medio de HFC contenidos en polioles premezclados de importación en 2022-2024: 96.263 toneladas de CO₂ eq

DATOS SOBRE EL CONSUMO (toneladas de CO ₂ eq)			
Nivel básico de HFC	3.179.294	Punto de partida para reducciones acumuladas sostenidas:	n.a.
CONSUMO ADMISIBLE PARA FINANCIAMIENTO			
Ya aprobado:	449.126	Restante:	n.a.

PLAN ADMINISTRATIVO RESPALDADO		2026	2027	2028	Total
ONUDI	Reducción de los HFC (t)	64,95	0,0	0,0	64,95
	Financiamiento (USD)	389.923	0	0	389.923

DATOS DEL PROYECTO		2022*	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	Total
Límites de consumo del Protocolo de Montreal (toneladas de CO ₂ eq)		n.a.	n.a.	3.179.294	3.179.294	3.179.294	3.179.294	3.179.294	2.861.265	n.a.
Consumo máximo admisible (toneladas de CO ₂ eq)		n.a.	n.a.	3.179.294	3.083.915	2.991.398	2.901.656	2.814.606	2.730.168	n.a.
Reducción respecto al nivel básico (%)		n.a.	n.a.	0,0	3,0	5,9	8,7	11,5	14,1	n.a.
Cantidades aprobadas en principio para la ONUDI (USD)	Costos del proyecto	267.885	292.600	0	0	364.414	0	0	72.930	997.829
	Gastos de apoyo	18.752	20.482	0	0	25.509	0	0	5.105	69.848
Fondos aprobados por el Comité Ejecutivo (USD)	Costos del proyecto	267.885	292.600	0	0		0	0	0	560.485
	Gastos de apoyo	18.752	20.482	0	0		0	0	0	39.234
Fondos recomendados para su aprobación en esta reunión (USD)	Costos del proyecto					**789.364				**789.364
	Gastos de apoyo					**55.255				**55.255

* Financiamiento para la conversión de una línea de fabricación de refrigeradores comerciales y domésticos de la empresa Induglob (decisión 91/59)

** Tramo recomendado para su aprobación en la presente reunión, que incluye USD 424.950, más unos gastos de apoyo del organismo de USD 29.746, para el proyecto de eliminación de los HFC contenidos en polioles premezclados de importación en el sector espumas de poliuretano.

Recomendación de la Secretaría	Para su consideración individual
--------------------------------	----------------------------------

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

24. En nombre del Gobierno del Ecuador, la ONUDI ha presentado, en su calidad de organismo de ejecución designado, solicitudes de financiamiento para el segundo tramo de la etapa I del plan de aplicación de la Enmienda de Kigali relativa a los HFC (PAK) por un monto de USD 364.414, más unos gastos de apoyo del organismo de USD 25.509, y para un plan para la total eliminación de los HFC contenidos en polioles premezclados de importación en el sector de espumas de poliuretano (PU), de conformidad con la decisión 96/52, por un monto de USD 959.812, más unos gastos de apoyo del organismo de USD 67.187, de conformidad con la comunicación inicial⁴. La presentación incluye un informe sobre la marcha del primer tramo del PAK, un informe de verificación del consumo de HFC en 2024 y 2025 y el plan de ejecución del tramo para el período 2026-2028.

Informe sobre el consumo de HFC

25. El Gobierno del Ecuador ha informado de un consumo de HFC de 2.730.306 toneladas de CO₂ equivalente (CO₂ eq) en 2025, una cifra un 14,1 por ciento inferior al nivel básico de HFC del país para el cumplimiento. En el cuadro 1 se muestra el consumo de HFC en el periodo 2021-2025.

Cuadro 1. Consumo de HFC en el período 2021-2025 y nivel básico de referencia del Ecuador (datos del artículo 7)

HFC	PCA	2021	2022	2023	2024	2025
Toneladas métricas (t)						
HFC-23	14.800	0,0	1,72	0,0	0,0	0,01
HFC-32	675	0,0	0,0	1,41	14,88	1,58
HFC-125	3.500	2,11	0,97	2,29	0,07	0,09
HFC-134a	1.430	427,17	707,22	627,32	470,67	611,76
HFC-152a	124	1,78	3,67	1,75	0,00	4,25
HFC-227ea	3.220	0,01	0,16	0,02	0,04	0,0
R-404A	3.921,6	82,11	260,75	118,25	91,06	81,86
R-407C	1.773,85	17,70	17,95	29,84	14,30	22,78
R-410A	2.087,5	159,10	282,71	346,81	193,09	257,18
R-417A	2.346	27,23	11,75	39,15	36,69	38,02
R-422D	2.728,95	5,44	6,91	2,15	4,85	6,39
R-507A	3.985	137,16	301,20	229,72	109,77	212,34
Otros*		0,75	2,66	0,56	2,46	1,84
Total (t)		860,56	1.597,67	1.399,28	937,88	1.238,10
En polioles premezclados de importación**		0,0	104,68	109,06	80,37	88,87
Toneladas de CO₂ eq						
HFC-23	14.800	0	25.441	0	0	118
HFC-32	675	0	0	948	10.042	1.063
HFC-125	3.500	7.389	3.390	8.015	242	329
HFC-134a	1.430	610.854	1.011.330	897.066	673.059	874.812
HFC-152a	124	221	455	217	0	526
HFC-227ea	3.220	47	506	74	121	0
R-404A	3.921,6	322.003	1.022.562	463.745	357.099	321.035
R-407C	1.773,85	31.402	31.840	52.932	25.374	40.405
R-410A	2.087,5	332.127	590.157	723.972	403.065	536.861

⁴ Según las notas del 12 y el 28 de marzo de 2026 del Ministerio de Producción, Comercio Exterior e Inversiones del Ecuador a la ONUDI.

HFC	PCA	2021	2022	2023	2024	2025
R-417A	2.346	63.889	27.571	91.841	86.075	89.200
R-422D	2.728,95	14.848	18.849	5.859	13.239	17.424
R-507A	3.985	546.588	1.200.272	915.426	437.444	846.187
Otros*		1.760	5.581	991	4.583	2.346
Total (toneladas de CO₂ eq)		1.931.128	3.937.954	3.161.086	2.010.343	2.730.306
En polioles premezclados de importación**		0	100.893	105.114	82.781	91.536
Cálculo del nivel básico de referencia de HFC (toneladas de CO₂ eq)						
Consumo medio de HFC en 2020-2022					2.693.743	
Base de comparación de HCFC (65%)					485.551	
Nivel básico de referencia de HFC					3.179.294	
Consumo medio de HFC en polioles premezclados de importación en 2022-2024					96.263	

* Incluye HFC-245fa, R-407A, R-407F, R-422A, R-437A, R-438A, R-449A, R-452A, R-454B y R-508B. El sistema de comunicación de datos de la Secretaría del Ozono no permite diferenciar entre R-507A y R-507C; por lo tanto, ambos se han notificado como una sola sustancia (R-507A).

** Incluye HFC-245fa, HFC-365mfc y HFC-227ea.

26. Debido al impacto de la pandemia de COVID-19, el consumo nacional de HFC cayó temporalmente a 860,5 toneladas métricas (t) en 2021 para volver a aumentar hasta 1.597,7 t en 2022 y superar los niveles anteriores a la pandemia durante la recuperación del mercado. El mayor crecimiento del consumo, en comparación con los años de pandemia y prepandemia, se registró para el R-507A y el R-404A. Debido al alto potencial de calentamiento atmosférico (PCA) de esas sustancias, este aumento tuvo un gran impacto en el consumo del país en 2022 medido en toneladas de CO₂ eq. Tras la recuperación de la pandemia, la tendencia general es a la baja, y las fluctuaciones reflejan ajustes de la oferta y la demanda a corto plazo, no cambios estructurales en el mercado.

Consumo en el sector espumas de poliuretano

27. En una exhaustiva encuesta sectorial realizada durante la preparación del plan sectorial de espumas de poliuretano se identificó un consumo medio anual de 98,04 t (96.263 toneladas de CO₂ eq) de HFC contenidos en polioles premezclados de importación en el período 2022-2024. Todos los sistemas de polioles utilizados en el Ecuador se importan desde Colombia o China; no hay capacidad nacional para formularlos. La encuesta reveló que los HFC contenidos en polioles premezclados de importación no se habían desglosado completamente en informes anteriores presentados en virtud del artículo 7 del Protocolo de Montreal ni se habían reflejado sistemáticamente en los datos del programa de país de forma diferenciada de otros tipos de consumo de HFC. En el cuadro 1 se muestra el consumo de HFC contenidos en polioles premezclados de importación en el Ecuador durante el período 2022-2025.

Informe de ejecución del programa de país

28. Los datos de consumo de HFC facilitados por el Gobierno del Ecuador en su informe sobre la ejecución del programa de país de 2025 están en gran medida en consonancia con los datos comunicados en virtud del artículo 7 del Protocolo de Montreal. Hay pequeñas discrepancias que se atribuyen a diferencias de redondeo en los decimales; las características de la plataforma de la Secretaría del Ozono, que incluyen limitaciones para diferenciar entre determinadas sustancias (por ejemplo, entre R-507A y R-507C); restricciones para notificar aplicaciones específicas, como el HFC-227ea en polioles premezclados de importación; y la deducción automática de los volúmenes destruidos. Algunas discrepancias también se debieron a errores administrativos al introducir los datos. En el caso del R-407C y del R-410A, las diferencias se relacionaron con registros de clasificación aduanera imprecisos identificados durante el proceso de verificación.

29. En el conjunto de datos del programa de país se incluye HFC-152a (445,37 toneladas de CO₂ eq), que se informó como materia prima/agente de proceso en la fabricación de vidrio y, por lo tanto, se excluyó del cálculo de consumo controlado del artículo 7 y de los totales de verificación. El HFC-245fa contenido en polioles premezclados de importación se notificó por separado y no se consideró consumo controlado con arreglo al Protocolo de Montreal.

Informe de verificación

30. El informe de verificación confirmó que el Gobierno estaba implementando un sistema de concesión de licencias y cupos para las importaciones y exportaciones de HFC y que el consumo total de HFC notificado de acuerdo con el artículo 7 del Protocolo de Montreal para el período 2024-2025 era correcto (el indicado en el cuadro 1 anterior). La verificación concluyó que el Ecuador cumplía con los objetivos de consumo de HFC para 2024 y 2025. En el informe se incluyeron varias recomendaciones, que se analizan en el párrafo 51.

Informe sobre la marcha del primer tramo de la etapa I del plan de aplicación de la Enmienda de Kigali relativa a los HFC

Proyecto de conversión en Induglob

31. En su 91ª reunión, el Comité Ejecutivo aprobó el proyecto de conversión para una línea de fabricación de refrigeradores comerciales y domésticos en la empresa Induglob (anteriormente Indurama), mediante la que se pasó de usar HFC-134a a propano (R-290) e isobutano (R-600a). El proyecto, incorporado a la etapa I del PAK del Ecuador, conforme a lo dispuesto en la decisión 93/61 b) i.), se completó el 25 de marzo de 2025 y su informe final se presentó a la Secretaría el 28 de abril de 2025, en el que se confirmaba la eliminación completa de los HFC de los procesos de producción de la empresa, que había pasado a usar R-600a y R-290, con una eliminación resultante de 10,42 t (14.901 toneladas de CO₂ eq) de HFC-134a. El proyecto no solo demostró que es posible hacer conversiones de esta naturaleza, sino también que son rentables y escalables, y demostró que podría replicarse en otros países y regiones, particularmente entre los pequeños y medianos fabricantes que operen en condiciones técnicas y de mercado similares.

Marco jurídico

32. En 2024, se mejoró el sistema nacional de concesión de licencias en línea, ampliando su funcionalidad para controlar los HFC, los polioles premezclados y las sustancias alternativas de bajo PCA, con un nuevo módulo para el registro y la supervisión de los equipos de aire acondicionado vinculado con los objetivos de responsabilidad ampliada del productor que se están probando actualmente. La entrega prevista de dos identificadores de refrigerantes a las oficinas de aduanas ha sufrido retrasos debido a la limitada disponibilidad en todo el mundo, mientras que está en curso la entrega de un patrón de referencia para refrigerantes al laboratorio de aduanas. Se celebraron reuniones con 20 representantes de aduanas y del sector privado (cinco de ellos mujeres) para hablar sobre la prevención del comercio ilegal de HFC y reforzar el conocimiento de los mecanismos de control de las importaciones; se está llevando a cabo un estudio sobre la gestión de riesgos y las codificaciones arancelarias; y se han desarrollado e implementado varias actividades de sensibilización y comunicación sobre las medidas de control de los HFC destinadas a instituciones gubernamentales y partes interesadas pertinentes, lo que incluye la elaboración de materiales informativos, presentaciones técnicas y la organización de reuniones de coordinación.

Sector de servicio y mantenimiento de equipos de refrigeración

33. Durante el primer tramo se ejecutaron las siguientes actividades:

- a) *Capacitación, certificación y creación de capacidad de los técnicos:* Se prepararon acuerdos de colaboración para el fortalecimiento y actualización de los programas de

capacitación y certificación de técnicos con dos universidades técnicas, y se preparó un marco de cooperación con el Ministerio de Educación, Deporte y Cultura para apoyar la capacitación técnica en refrigeración y aire acondicionado en instituciones públicas de enseñanza; se completó un manual de capacitación en buenas prácticas para el mantenimiento de equipos de refrigeración y aire acondicionado; se preparó un manual para técnicos de mantenimiento de equipos de aire acondicionado para vehículos que actualmente se está revisando; la capacitación planificada de 30 instructores y 60 técnicos sobre el uso seguro de refrigerantes inflamables en los sectores de refrigeración, aire acondicionado y aire acondicionado para vehículos está programada para la primera mitad de 2026; se llevó a cabo una capacitación adicional de instructores sobre el uso y aplicación seguros de refrigerantes alternativos destinada a 23 instructores pertenecientes a universidades, institutos técnicos y centros de capacitación; se impartieron dos seminarios técnicos sobre la manipulación segura de refrigerantes inflamables en los que participaron 154 técnicos de mantenimiento y partes interesadas del sector; se adquirieron herramientas y equipos para la capacitación en el manejo seguro de refrigerantes inflamables en los sectores de refrigeración, aire acondicionado y aire acondicionado de vehículos destinadas a tres universidades técnicas, con entrega prevista para finales de 2026; se realizó un viaje de estudios a un centro de capacitación en refrigeración y aire acondicionado de Bogotá (Colombia) para 11 capacitadores y personal de la Unidad de Ozono, centrado en la instalación y el mantenimiento de sistemas de aire acondicionado, el mantenimiento de equipos de refrigeración domésticos y comerciales, prácticas de recuperación y reciclaje de refrigerantes, consideraciones de eficiencia energética y fundamentos de los sistemas de refrigeración de dióxido de carbono (CO₂) transcríticos;

- b) *Programa de recuperación y regeneración de refrigerantes:* Dos unidades portátiles de regeneración de refrigerantes, cuya adquisición inicialmente estaba prevista para un gran usuario final, finalmente se instalaron en una universidad técnica, como apoyo a actividades de capacitación; a fecha de febrero de 2026 se habían recuperado 689 kg de HFC-134a y 113,3 kg de R-410A utilizando estos equipos; y
- c) *Sensibilización pública:* Se han elaborado materiales de comunicación que abarcaban la recuperación de refrigerantes, buenas prácticas en refrigeración y eficiencia energética para apoyar a talleres, seminarios técnicos, actividades de capacitación e iniciativas de sensibilización organizadas por la Unidad de Ozono, y se produjeron y difundieron vídeos de divulgación a través de los canales de comunicación oficiales de la Dependencia Nacional del Agua a fin de sensibilizar a los técnicos, partes interesadas de la industria y el público.

Proyecto piloto para mejorar la eficiencia energética (decisión 91/65)

34. En su 93ª reunión, el Comité Ejecutivo aprobó un proyecto piloto de USD 190.000 para el Ecuador (más USD 17.100 en concepto de gastos de apoyo del organismo para la ONUDI) destinado a mejorar la eficiencia energética de las tecnologías sustitutivas durante la reducción de los HFC, teniendo en cuenta el compromiso del Gobierno de cumplir con las condiciones enumeradas en la decisión 91/65 b) iv) b.-d., cerrar operativamente el proyecto antes del 31 de diciembre de 2026 y presentar un informe final dentro de los seis meses posteriores a su finalización (decisión 93/80). Los primeros resultados muestran avances en la integración de la eficiencia energética en el sector de equipos de refrigeración y aire acondicionado. Un viaje de estudios a México en mayo de 2025 permitió que las autoridades nacionales se familiarizaran con la implantación de normas de eficiencia energética mínima, métodos de prueba y enfoques para la transformación del mercado, mediante intercambios con instituciones, fabricantes y laboratorios. Se llevó a cabo una evaluación de viabilidad de la posibilidad de contar con un laboratorio nacional de pruebas de equipos de refrigeración y aire acondicionado que determinó que resultaba prematuro su establecimiento, pero que proporcionó una base para su futura planificación. La creación de capacidades está avanzando y se

han adquirido para 2026 módulos de capacitación y simuladores de refrigeración para ayudar en la actualización de los planes de estudios y la orientación de los técnicos. Se han desarrollado materiales de divulgación sobre normas de eficiencia energética mínima y etiquetado energético; el resto de las actividades están en curso, lo que incluye el fortalecimiento de dichas normas para unidades de condensación y la capacitación específica de los usuarios y técnicos de la industria agraria. En general, el proyecto ha mejorado la coordinación institucional, la capacidad técnica y la sensibilización del mercado, al tiempo que ha sentado las bases para mejorar la reglamentación y efectuar futuras inversiones en tecnologías de refrigeración y aire acondicionado energéticamente eficientes.

Ejecución y supervisión del proyecto

35. En el marco del componente de gestión de proyectos, se contrató a tres consultores para ayudar a la Unidad de Ozono en la coordinación de las actividades, la supervisión técnica y la integración de las consideraciones de género en la ejecución de los proyectos; se publicaron tres informes anuales sobre los proyectos; y se celebraron diez reuniones de coordinación con las partes interesadas. Los USD 26.100 aprobados para la supervisión de proyectos en el primer tramo se desembolsaron en su totalidad, destinándolos a personal de proyectos y consultores (USD 25.012) y reuniones de coordinación (USD 1.088).

Nivel de desembolso de fondos

36. A fecha de abril de 2026, de los USD 560.485 aprobados hasta ese momento (USD 267.885 para la conversión en Induglob y USD 292.600 para el primer tramo del PAK), se habían desembolsado USD 543.813 (97 por ciento) (USD 265.687 (99 por ciento) para Induglob y USD 278.126 (95 por ciento) para el primer tramo). La ONUDI devolvió el saldo no utilizado de USD 213 del proyecto de conversión de Induglob completado al Fondo Multilateral en diciembre de 2025, y el saldo de USD 14.474 del primer tramo se desembolsará en 2026. En el cuadro 2 se presentan los detalles del desembolso de fondos.

Cuadro 2. Desembolso de fondos de la etapa I del PAK del Ecuador (ONUDI)

Proyecto	Fondos aprobados (USD)	Fondos desembolsados		Saldo (USD)
		USD	%	
Proyecto de conversión en Induglob	267.885	265.687	99	*2.198
Etapa I del PAK, primer tramo	292.600	278.126	95	14.474
Total	560.485	543.813	97	14.474

* Incluye USD 213 devueltos y USD 1.970 correspondientes a obligaciones pendientes del cierre financiero del proyecto.

Plan de ejecución del segundo tramo de la etapa I del plan de aplicación de la Enmienda de Kigali relativa a los HFC

37. Entre julio de 2026 y diciembre de 2028, la ONUDI ejecutará las actividades siguientes:

- a) *Políticas y reglamentación para reducir la oferta y la demanda de HFC:* Apoyo a la automatización y el fortalecimiento operativo del sistema de licencias y cupos de HFC; organización de talleres de creación de capacidad para funcionarios y agentes de aduanas y adquisición de identificadores de refrigerantes y equipos de laboratorio para fortalecer la capacidad para hacer cumplir la normativa; y actividades de sensibilización dirigidas a instituciones públicas y partes interesadas clave para fomentar el cumplimiento de las medidas de control de los HFC (USD 34.000 más fondos del tramo anterior);
- b) *Creación de capacidad, certificación y capacitación de técnicos:* Capacitación de, al menos, 600 técnicos de equipos de refrigeración, aire acondicionado y aire acondicionado para vehículos en la manipulación y aplicación seguros de refrigerantes inflamables

(USD 64.000) y provisión de 44 juegos de herramientas de mantenimiento⁵ a los técnicos de talleres que completen con éxito el programa de capacitación (USD 127.214) (total de USD 191.214);

- c) *Programa de recuperación y regeneración de refrigerantes:* Desarrollo continuo del sistema de gestión del ciclo de vida de refrigerantes mediante el establecimiento de un centro de regeneración mejorado⁶ y despliegue de una unidad de regeneración portátil para proporcionar servicios de recuperación y regeneración a grandes usuarios finales (USD 100.000);
- d) *Sensibilización pública:* Difusión de información sobre la Enmienda de Kigali y buenas prácticas de refrigeración mediante el diseño y elaboración de materiales de comunicación y productos multimedia como infografías, vídeos y materiales de divulgación que aborden la gestión de los refrigerantes, la eficiencia energética y la manipulación segura de los refrigerantes alternativos (USD 6.000);
- e) Proyecto para eliminar los HFC contenidos en polioles premezclados de importación en el sector de espumas de poliuretano: Este proyecto se describe en detalle en los párrafos 38 a 50 del presente documento; y
- f) *Supervisión y gestión de proyectos:* Contratación de un consultor nacional para facilitar la coordinación entre la Unidad de Ozono, las partes interesadas nacionales y la ONUDI (USD 16.500); contratación de un experto técnico para orientar la ejecución de proyectos (USD 11.000); contratación de un especialista para apoyar el empoderamiento de las mujeres en las actividades de los proyectos (USD 4.400); y organización de reuniones de coordinación para las partes interesadas de los proyectos (USD 1.300) (total de USD 33.200).

Proyecto para eliminar los HFC contenidos en polioles premezclados de importación en el sector espumas de poliuretano

Antecedentes

38. La importación de polioles premezclados con HCFC-141b para aplicaciones de espumas está restringida desde el 6 de enero de 2023. En el marco del plan de gestión para la eliminación de los HCFC (PGEH) del Ecuador, el punto de partida para las reducciones acumuladas del consumo de HCFC-141b puro fue de 0,86 toneladas PAO y de 20,67 toneladas PAO para el HCFC-141b contenido en polioles premezclados de importación. La etapa I del PGEH incluía dos proyectos de inversión en el sector de espumas:

- a) Un proyecto de conversión en Induglob para sustituir 14,96 toneladas PAO de HCFC-141b contenidas en polioles premezclados de importación por ciclopentano en la fabricación de paneles de espuma de poliuretano en el mayor fabricante nacional de equipos de refrigeración de Ecuador, aprobado en la 65ª reunión por un monto de USD 1.331.440, más los gastos de apoyo del organismo, y que se ha completado con éxito (véase el párrafo 31

⁵ Incluidos, entre otros, kits de vacío y carga de HC, equipos portátiles de soplado de nitrógeno, kits de soldadura, spray de detección de fugas, sopladores de aire portátiles y detectores de fugas para técnicos de equipos de refrigeración y aire acondicionado; y unidades de recuperación y reciclaje de HFC-134a y consumibles asociados (aceite, mangueras, válvulas, filtros, cilindros) para técnicos de equipos de aire acondicionado para vehículos.

⁶ Equipado con, entre otras cosas, una unidad de regeneración de refrigerantes junto con sus consumibles y bombonas de varias capacidades, sistema de secado de bombonas de refrigerantes, bombas de vacío, unidades de recuperación, tanques de almacenamiento de 1,000 lb, detectores electrónicos de fugas, kits de detección de contaminación e identificadores avanzados de refrigerantes.

anterior); y

- b) Un proyecto mayor para eliminar el consumo restante de 5,71 toneladas PAO de HCFC-141b contenido en polioles premezclados de importación en la fabricación de espumas de poliuretano por otras empresas y sustituirlo por HFO-1233zd(E), ciclopentano o agua, aprobado en la 81ª reunión por un monto de USD 431.719, más gastos de apoyo del organismo. Una empresa de equipos de refrigeración domésticos (Ecasa) completó la conversión del aislamiento de espuma de paneles a sistemas de hidrocarburos (HC) premezclados. El resto de las empresas de espumas completaron sus pruebas de las tecnologías de HFO, CO₂, HC premezclado y a base de agua con resultados positivos; sin embargo, no pudieron completar las conversiones, ya que en ese momento no existían en el mercado ecuatoriano alternativas para el sector de espumas proyectadas, aparte de las basadas en HFC-227ea y HFC-365mfc. El proyecto posteriormente se canceló y en la 91ª reunión se devolvieron USD 114.550 al Fondo. En el momento de presentarse el segundo tramo de la etapa II en la 93ª reunión (en 2023), la ONUDI tenía previsto reanudar los trabajos en el sector de aplicaciones de espumas proyectadas en la etapa II del PAK⁷.

Objetivo del proyecto

39. El presente proyecto propone llevar a cabo una conversión sectorial general a sistemas de polioles premezclados a base de HFO para todas las aplicaciones, incluidos paneles discontinuos, espumas proyectadas y productos de aislamiento. La selección de las tecnologías de HFO está basada en su madurez comercial, bajo PCA, compatibilidad con los equipos existentes e idoneidad para los mercados dominados por pequeñas y medianas empresas (pymes), con infraestructura de seguridad limitadas. La conversión, que se implementará durante un período de cuatro años, incluye el desarrollo de fórmulas, ensayos de validación agrupados, conversiones completas de empresas y la aprobación de medidas reglamentarias que prohíban, una vez finalizado el proyecto, la importación y/o el uso de polioles que contengan HFC. La eliminación de 62,55 t de HFC dará como resultado una reducción anual sostenida de aproximadamente 61.650 toneladas de CO₂ eq.

40. Todos menos uno de los 24 fabricantes de espumas de PU identificados son pymes creadas antes del 1 de enero de 2020. El umbral de costo-beneficio aplicable para el sector de espumas de poliuretano es de USD 9,00/kg, con disposiciones de flexibilidad para pymes. De acuerdo con el precedente establecido en la 81ª reunión en el marco del PGEH, esta propuesta aplica un nivel de costo-beneficio de USD 9,79/kg. Cuando se aplica al consumo admisible de 98,04 t, la solicitud de financiamiento total asciende a USD 959,812, más los gastos de apoyo del organismo. Conforme a lo dispuesto en la decisión 96/52, esta cantidad se tratará por separado del punto de partida nacional para las reducciones acumuladas sostenidas.

Contexto de las empresas, actividades de eliminación y costos asociados

41. En el cuadro 3 se presenta la lista de empresas incluidas en este proyecto para su conversión, las aplicaciones que producen y su consumo medio de HFC.

Cuadro 3. Empresas de espumas de PU admisibles para financiamiento en Ecuador, según lo presentado

Núm.	Empresa	Aplicación	Consumo medio de HFC (t)
1	ALME	Espuma proyectada	0,79
2	Car Bus	Espuma proyectada	0,68
3	Cepolfi Industrial C.A.	Espuma proyectada	0,40
4	Ecuapoliuretanos	Paneles discontinuos y espuma proyectada	17,08
5	Fibras Picosan	Paneles discontinuos y espuma proyectada	0,91

⁷ Párrafo 16 del documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/93/52

Núm.	Empresa	Aplicación	Consumo medio de HFC (t)
6	Furgometal	Espuma proyectada	6,54
7	Grupo MM Refrigeración S.A.	Paneles discontinuos	2,64
8	Impertop	Espuma proyectada	1,25
9	Indeltro	Espuma proyectada	5,72
10	Industrias Metálicas Terán	Calentadores de agua	0,25
11	Industrias Verton	Paneles discontinuos y espuma proyectada	5,14
12	Kubiec S.A.	Espuma proyectada	9,25
13	Macosa	Espuma proyectada	0,51
14	Mafrico S.A.	Paneles discontinuos	28,73
15	Master Metal	Espuma proyectada	0,62
16	Metal Trucks	Espuma proyectada	0,45
17	Novacero	Paneles discontinuos y espuma proyectada	9,69
18	Plásticos Rival	Vaciado en obra	1,90
19	Plastimet	Espuma proyectada	4,08
20	Sats	Espuma proyectada	1,42
	Total		98,04

42. Todas las empresas admisibles harán la transición a sistemas de polioles premezclados a base de HFO-1233zd(E), una tecnología seleccionada por su madurez comercial a nivel internacional, compatibilidad con los equipos de procesamiento de espuma existentes, bajo PCA, idoneidad para aplicaciones tales como paneles discontinuos, espuma proyectada y otras opciones de aislamiento, y menor riesgo de inflamabilidad en comparación con los sistemas de HC. El uso de una única vía tecnológica simplificará la ejecución, facilitará la coordinación de los proveedores y reducirá la incertidumbre reglamentaria a largo plazo.

43. La selección exclusiva de sistemas a base de HFO es reflejo de las enseñanzas extraídas de la ejecución del PGEH, cuando los sistemas a base de HC se validaron técnicamente en aplicaciones de paneles seleccionadas, pero sin embargo no se consiguió la conversión sostenida de todo el sector debido a la inestabilidad del suministro, las limitaciones de disponibilidad y las necesidades de inversión relacionadas con la seguridad, particularmente para las pymes.

44. Con respecto a la disponibilidad de tecnologías de HFO, la encuesta sectorial realizada para la preparación de la presente propuesta confirmó que el HFO-1233zd(E) estaba disponible comercialmente para el mercado ecuatoriano a través de cadenas de suministro internacionales establecidas, y que los sistemas de polioles a base de HFO premezclados podrían suministrarse una vez confirmada la demanda. Además, la generación actual de sistemas de polioles premezclados a base de HFO ha experimentado mejoras técnicas en comparación con las formulaciones anteriores evaluadas durante el período de ejecución del PGEH. Los proveedores han optimizado la estabilidad de la espuma, el control de la estructura de las celdas y el rendimiento del procesamiento, resolviendo las dificultades técnicas encontradas durante las pruebas iniciales.

45. En el marco de ejecución propuesto, los ensayos de reformulación se llevarán a cabo en coordinación con las empresas y los proveedores de materiales para validar estas formulaciones actualizadas en las condiciones de producción nacionales. Cuando sea necesario, se ajustará la formulación conjuntamente con los proveedores para garantizar que puedan implementarse de forma estable a escala industrial.

Sobrecostos

46. Entre los sobrecostos de capital del proyecto se incluyen: adquisición de tres unidades de equipos de integración de HFO para dos empresas (Mafrico y Novacero) (USD 240.000); 24 juegos de equipos portátiles de medición de la conductividad térmica (factor K) (USD 288.000); ensayos de reformulación (dos

rondas para cada empresa) (USD 144.000); 50 talleres prácticos y teóricos sobre la manipulación segura de sustancias alternativas de bajo PCA para las empresas beneficiarias (USD 150.000); elaboración de cambios normativos y su implementación, incluida la prohibición de la importación y uso de los HFC en el sector de espumas de PU (USD 30.000); y contratación de un experto técnico nacional (USD 70.000) y uno internacional (USD 37.812) para llevar a cabo un seguimiento y supervisión especializados para todo el sector y proporcionar orientación en la fase de reformulación.

47. La ejecución del proyecto se llevará a cabo bajo la supervisión general y la coordinación técnica de la ONUDI, en estrecha cooperación con la Unidad de Ozono. Se interaccionará de forma estructurada con los importadores y las empresas de distribución para alinear las cadenas de suministro con las formulaciones de HFO de bajo PCA y asegurar la sustitución progresiva de los polioles que contienen HFC. Entre las medidas de supervisión se incluirá la verificación anual de los volúmenes de importación de polioles premezclados a través del sistema nacional de licencias, junto con la validación a nivel empresarial del rendimiento de los productos utilizando equipos de medición del factor K. Se llevarán a cabo misiones técnicas periódicas e informes sobre la marcha de las actividades para garantizar que se alcanzan los hitos de las conversiones dentro del plazo acordado.

48. No se han solicitado sobrecostos de explotación para este proyecto.

49. El costo total de la conversión del sector de espumas de PU asciende a USD 959.812, con una relación costo-beneficio de USD 9,79/kg, de acuerdo con la comunicación inicial, como se muestra en el cuadro 4. El proyecto se ejecutará en 48 meses.

Cuadro 4. Sobrecostos de capital correspondientes a la conversión de 24 empresas del sector de espumas de PU en Ecuador, de acuerdo con la comunicación inicial

Componente	Costo unitario (USD)	Costo total (USD)
Equipos de integración de HFO – Mafrico S.A. (2 unidades) y Novacero (1)	80.000	240.000
Equipos de medición de la conductividad térmica (24 juegos)	12.000	288.000
Ensayos de reformulación (2 rondas por empresa)	3.000	144.000
Talleres prácticos y teóricos (50)	3.000	150.000
Cambios de la normativa y preparación para hacer cumplir la prohibición	-	30.000
Experto técnico nacional en espumas de PU (4 años)	-	70.000
Experto técnico internacional en espumas de PU (misiones de más de 4 años)	-	37.812
Total	-	959.812

50. De conformidad con la decisión 96/52 a) iv), el Gobierno del Ecuador se compromete a prohibir las importaciones y/o el uso de los HFC, tanto puros como contenidos en polioles premezclados, en el momento en que se haya convertido a tecnologías sin HFC la última planta de fabricación de espumas.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIÓN DE LA SECRETARÍA

OBSERVACIONES

Informe sobre el consumo de HCFC y verificación

51. En el informe de verificación se recomendaba que el Gobierno continúe fortaleciendo y consolidando la Ozone Ecuador Application (OEA) como la plataforma central desde la que gestionar y supervisar los datos de cupos, licencias y consumos de HFC, con el fin de establecer mecanismos sólidos de copias de seguridad, recuperación y redundancia de datos y reforzar aún más la integridad, trazabilidad y seguridad a largo plazo de los registros históricos asociados con la aplicación de la Enmienda de Kigali.

Además, se emitían otras recomendaciones, entre ellas: el fortalecimiento de las medidas institucionales relacionadas con la autorización y aprobación de las licencias de importación y exportación de las sustancias controladas mediante la creación de un mecanismo de contingencia operativa dentro del MPCEI; el avance de la digitalización y automatización de los procedimientos de concesión de licencias y verificación, en particular reduciendo la introducción manual de información en la OEA; el fortalecimiento continuo de la revisión y verificación de las clasificaciones arancelarias aplicables a las sustancias y mezclas de HFC durante los procesos de concesión de licencias y los trámites aduaneros; el seguimiento de la asignación y uso de los cupos reservados a importadores ocasionales o nuevos a fin de garantizar que los volúmenes totales asignados sigan respetando los límites establecidos; el fortalecimiento continuo de las actividades de capacitación técnica, sensibilización y coordinación para importadores, funcionarios de aduanas, agentes de aduanas y otras partes interesadas pertinentes en relación con las obligaciones de clasificación arancelaria, identificación y presentación de informes aplicables a las sustancias y mezclas de HFC en virtud de la Enmienda de Kigali; y la actualización y armonización progresiva de las resoluciones del COMEX aplicables y los instrumentos nacionales de asignación de cuotas respetando los límites de consumo de HFC. La ONUDI indicó que estas recomendaciones se tendrán en cuenta durante la ejecución del segundo tramo; se acordó que los progresos realizados en la implantación de las recomendaciones se incluirán en el informe de ejecución del tramo.

Informe sobre la marcha del primer tramo de la etapa I del plan de aplicación de la Enmienda de Kigali relativa a los HFC

Marco jurídico

52. El Gobierno del Ecuador ha emitido cupos de importación de HFC para 2026 de conformidad con las metas de control del Protocolo de Montreal.

Plan de ejecución del segundo tramo de la etapa I del plan de aplicación de la Enmienda de Kigali relativa a los HFC

53. La Secretaría preguntó por el número de juegos de herramientas que se adquirirán para los técnicos de mantenimiento de equipos de refrigeración, aire acondicionado y aire acondicionado para vehículos, así como las herramientas de mantenimiento adquiridas para las instituciones de capacitación. La ONUDI confirmó que en el marco del segundo tramo se adquirirían y distribuirían 44 juegos de herramientas a los técnicos de mantenimiento de refrigeración, aire acondicionado y aire acondicionado para vehículos, y que las herramientas y equipos de mantenimiento para estos sectores destinados a tres instituciones de capacitación correspondían a juegos profesionales completos diseñados para manipular de forma segura refrigerantes tóxicos e inflamables, y que incluyen unidades de recuperación, bombas de vacío, instrumentación, equipos de soldadura y dispositivos de seguridad. El costo de los juegos de herramientas por institución es de, aproximadamente, USD 52.300. La ONUDI aclaró, además, que los juegos no eran de herramientas básicas, sino unidades totalmente equipadas que incluían equipos compatibles con HC, detectores de fugas, dispositivos de seguridad y herramientas completas de mantenimiento para garantizar un funcionamiento seguro y eficaz de acuerdo con los requisitos técnicos actuales.

54. En respuesta a las preguntas de la Secretaría sobre el programa de recuperación y regeneración de refrigerantes, la ONUDI aclaró que las cantidades regeneradas notificadas de HFC-134a y R-410A hacían referencia al volumen de refrigerante recuperado de los equipos y luego regenerado con el uso de unidades de regeneración. En este contexto, "regenerado" quiere decir que se ha limpiado el refrigerante para reducir los contaminantes de manera que sea más adecuado para reutilizarse. La calidad de los refrigerantes regenerados se verifica utilizando identificadores de refrigerantes. Los refrigerantes correctamente regenerados se devuelven al cliente o al usuario que solicitó el servicio, para que se reutilicen en sus propios equipos. Por tanto, no se venden en el mercado como refrigerantes regenerados. Los refrigerantes mezclados o contaminados que no se pueden regenerar adecuadamente se envían para su destrucción a una planta que cuenta con un horno de cemento.

Proyecto para eliminar los HFC contenidos en polioles premezclados de importación en el sector espumas de poliuretano

Asuntos relacionados con las tecnologías seleccionadas

55. La Secretaría ha mantenido varias conversaciones con la ONUDI sobre la selección del HFO-1233zd(E), señalando los retrasos y la cancelación de otros proyectos de espumas de poliuretano en la región debido a la baja accesibilidad de los HFO a precios competitivos, y considerando que el proyecto aprobado en la 81ª reunión, basado en la confianza de que se dispondría de la tecnología, no pudo completarse en su totalidad debido a la falta de tecnologías disponibles. La ONUDI explicó que los sistemas a base de HFO habían alcanzado un mayor nivel de madurez comercial a nivel internacional, con una mayor capacidad de producción, mayor disponibilidad de proveedores (en particular de empresas de sistemas en América Latina y Asia) y un mejor rendimiento técnico para una gama más amplia de aplicaciones, entre las que se incluyen los paneles discontinuos y las espumas proyectadas. Por otra parte, la ONUDI explicó que las condiciones de suministro habían mejorado y que los sistemas de HFO ahora estaban disponibles comercialmente a través de proveedores regionales establecidos y que, por lo tanto, el riesgo de tener que volver a usar los HFC se consideraba limitado y se mitigaría mediante validaciones técnicas, la participación de los proveedores y, lo que es más importante, medidas reglamentarias. Dado que todos los sistemas de polioles son importados y no existe una formulación nacional, esta medida evitará de manera efectiva que vuelvan a introducirse sistemas a base de HFC, lo que garantiza una eliminación sostenida e irreversible.

Sobrecostos

56. Tras el análisis de admisibilidad de las empresas incluidas en el proyecto mayor, se han eliminado tres beneficiarios (Mafrico S.A., Industrias Verton y Grupo MM Refrigeración S.A.), ya que previamente habían recibido financiación para hacer la transición a tecnologías de bajo PCA de sus procesos de fabricación de paneles de espuma discontinuos.

57. Dado que en las transiciones anteriores de HCFC-141b y HFC-245fa a HFO-1233zd(E) no fue necesario hacer modificaciones a los equipos, se han eliminado los costos correspondientes a la integración de los equipos de HFO; también se han eliminado los costos de los equipos de medición de conductividad térmica porque se consideran equipos básicos para la fabricación de espumas y, por lo tanto, no serían sobrecostos en la transición a los HFO. El costo correspondiente a los ensayos de reformulación se ha ajustado para reflejar el número de empresas admisibles, y los costos de los talleres prácticos y teóricos se han modificado a un taller por cada empresa admisible utilizando un costo por unidad menor. Los costos correspondientes a los cambios normativos y a la preparación para hacer cumplir la prohibición se han eliminado, puesto que deberían cubrirse como parte del fortalecimiento institucional, mientras que los costos de expertos nacionales e internacionales en espumas de PU se han agrupado como asistencia técnica para las pymes y costos de gestión del proyecto. Debido a la experiencia previa del proyecto del sector de espumas en el Ecuador, se acordó que se pondría en marcha un sólido programa de supervisión para confirmar la conversión completa de todas las empresas.

58. Durante las negociaciones, se reconoció que si bien la disponibilidad local de polioles a base de HFO había mejorado, su precio seguía siendo superior al de los polioles a base de HFC. Teniendo en cuenta los precios proporcionados por la ONUDI, los sobrecostos de explotación de las empresas admisibles (a partir de solo la parte admisible del consumo (62,55 t)) se calcularon en USD 3,00/kg para una formulación típica⁸, de acuerdo con los parámetros de costos para la etapa I de los PAK (decisión 95/86 a), b) y d) ii)).

59. Tomando esto como base, el costo total del proyecto asciende a USD 424.950, para eliminar 62,55 t de HFC contenidos en polioles premezclados de importación, con una relación de costo-beneficio de USD 6,79/kg. Teniendo en cuenta que el consumo admisible para financiamiento es de 62,55 t, el nivel

⁸ La diferencia de precio para el agente espumante fue de aproximadamente USD 3,50/kg.

máximo teórico de financiamiento a USD 12,60/kg es de USD 788.130. Los fondos solicitados por las empresas y la asistencia técnica se han ajustado de acuerdo con lo anterior, tal como se muestra en el cuadro 5.

Cuadro 5. Sobre costos convenidos para la conversión de 21 empresas de espumas de PU en Ecuador

Componente	Costo (USD)	
	Solicitado	Acordado
Equipos de integración de HFO – Mafrico S.A. (2 unidades) y Novacero (1)	240.000	0
Equipos de medición de la conductividad térmica (24 juegos)	288.000	0
Ensayos de reformulación (2 rondas por empresa)	144.000	126.000
Talleres prácticos y teóricos (50)	150.000	27.300
Cambios de la normativa y preparación para hacer cumplir la prohibición	30.000	0
Experto técnico nacional en espumas de PU (4 años)	70.000	0
Experto técnico internacional en espumas de PU (misiones de más de 4 años)	37.812	0
Asistencia técnica para pymes costos de gestión del proyecto	0	84.000
Subtotal de sobre costos de capital	959.812	237.300
Sobre costos de explotación	0	187.650
Total	959.812	424.950
Consumo admisible	98,04	62,55
Relación de costo-beneficio (USD/kg)	9,79	6,79

60. Además de las 62,55 t de HFC contenidos en polioles premezclados de importación admisibles para su financiamiento, como se muestra en el cuadro 4, el sector también está consumiendo 35,48 t no admisibles para financiamiento. Este consumo también se eliminará durante la etapa I del PAK. La relación costo-beneficio, incluido todo el tonelaje que se está eliminando en la etapa I, es de USD 4,33/kg.

Impacto sobre el clima

61. La conversión de las empresas de fabricación de espumas de PU en el Ecuador evitaría la emisión a la atmósfera de, aproximadamente, 96.263 toneladas de CO₂ eq de HFC por año, tal como se indica en el cuadro 6.

Cuadro 6. Efectos sobre el clima del proyecto de espumas de PU en Ecuador

Cuadro 6. Efectos sobre el clima del proyecto de espumas de PU en Ecuador				
Año	Sustancia	PCA	Consumo en polioles premezclados	
			t	Toneladas de CO2 eq
Antes de la conversión				
2022	HFC-365mfc/227ea	963,82	104,68	100.893
2023	HFC-365mfc/227ea	963,82	109,06	105.114
2024	HFC-245fa	1.030	80,37	82.781
Media de 2022-2024			98,04	96.263
Después de la conversión				
	HFO-1233zd(E)	0	34,40	0
	Impacto			96.263

Aplicación de la política de género

62. Conforme a las decisiones 84/92 d) y 90/48 c) del Comité Ejecutivo, en la ejecución del PAK del Ecuador se toma en consideración la política de género del Fondo Multilateral. Durante el período de notificación, se han recopilado sistemáticamente datos desglosados sobre las actividades de creación de capacidad y de capacitación relacionadas con el sector de equipos de refrigeración y aire acondicionado, lo que ha permitido a la Unidad de Ozono y a los socios de ejecución hacer un seguimiento de las tendencias de participación e identificar oportunidades para fomentar aún más la participación de las mujeres. Se han

hecho esfuerzos para garantizar que el papel de las mujeres en el sector de refrigeración y aire acondicionado sea visible y esté adecuadamente representado en la preparación de los materiales de capacitación, presentaciones y productos de comunicación desarrollados en el marco del PAK. En los materiales educativos y de divulgación se presentan ejemplos e imágenes inclusivas, destacando las contribuciones tanto de mujeres como de hombres en roles técnicos y de gestión dentro del sector. También se han realizado esfuerzos para promover una participación equilibrada de profesionales y estudiantes mujeres en las consultas con las partes interesadas, reuniones, talleres y diálogos organizados en el marco del proyecto, así como para difundir información sobre oportunidades de capacitación y de desarrollo profesional dentro del sector de equipos de refrigeración y aire acondicionado.

Acuerdo actualizado

63. En vista de la inclusión del plan sectorial de espumas de PU y el nivel de financiamiento revisado para tenerlo en cuenta, se ha actualizado el Acuerdo entre el Gobierno del Ecuador y el Comité Ejecutivo correspondiente a la etapa I del PAK. En concreto, se han revisado el párrafo 2 y los apéndices 1-A y 2-A y se ha añadido el párrafo 17 para indicar que el Acuerdo actualizado, que figura en el anexo I del presente documento, sustituye al que se había alcanzado en la 97ª reunión mediante la decisión 97/17 l). El Acuerdo actualizado completo se adjuntará al informe final de la 98ª reunión.

Sostenibilidad de la eliminación de los HFC y evaluación de riesgos

64. La sostenibilidad a largo plazo de la reducción de los HFC en el Ecuador está respaldada por una combinación de medidas reglamentarias, fortalecimiento institucional y actividades de creación de capacidad implementadas en el marco del PAK. El Ecuador cuenta con un sistema de licencias en vigor y operativo para las importaciones de HFC, que se implementa a través de una plataforma electrónica administrada por el Ministerio de Producción, Comercio Exterior e Inversiones en coordinación con el Servicio Nacional de Aduana, lo que permite hacer un seguimiento continuo de las importaciones y mejorar la trazabilidad de las sustancias controladas. Se están incorporando en los planes de estudio de institutos técnicos, centros de formación profesional y universidades programas de capacitación en buenas prácticas de mantenimiento, la manipulación segura de sustancias alternativas de bajo PCA y la recuperación y gestión de refrigerantes a fin de garantizar que los conocimientos y las capacidades técnicas desarrollados durante la ejecución del proyecto continúen más allá de la duración del proyecto. El fortalecimiento de la red de recuperación, reciclaje y regeneración de refrigerantes también contribuye a la sostenibilidad a largo plazo de la reducción de los HFC, ya que las colaboraciones establecidas con los operadores de gestión de residuos, las instituciones de capacitación y las partes interesadas del sector privado sirven de respaldo para la recuperación y gestión respetuosa con el medio ambiente de los refrigerantes al final de la vida útil de los equipos, reduciendo las emisiones y facilitando la gestión del ciclo de vida.

65. A pesar de estos avances, persisten algunos riesgos para la sostenibilidad de la reducción de los HFC. Una de las principales dificultades es la presencia continuada de un gran parque instalado de equipos que operan con refrigerantes de alto PCA, particularmente en los sectores de equipos de refrigeración y aire acondicionado comerciales. La vida útil operativa, relativamente larga, de estos equipos podría ralentizar la transición hacia alternativas de bajo PCA. Este riesgo se está mitigando mediante la capacitación continua de los técnicos, actividades de sensibilización dirigidas a los usuarios finales y proyectos de demostración que permiten mostrar la viabilidad técnica y económica de las tecnologías alternativas. Otro riesgo potencial es la limitada capacidad del sector de servicio y mantenimiento para manipular de forma segura los HC y otros refrigerantes ligeramente inflamables. Para hacer frente a este riesgo, en el PAK se incluyen actividades específicas de capacitación, directrices técnicas y el fortalecimiento del sistema de certificación de técnicos a partir de las competencias laborales. Por último, los posibles riesgos asociados con el comercio ilegal o la clasificación errónea de refrigerantes se están mitigando mediante la colaboración continua con las autoridades aduaneras, la capacitación de los funcionarios de aduanas y el desarrollo de herramientas técnicas para mejorar la identificación de los refrigerantes y la supervisión de las importaciones. El conjunto

de estas medidas garantizará que el Ecuador mantenga un progreso sostenido en la ejecución de la reducción de los HFC en el marco de la Enmienda de Kigali.

Conclusión

66. El consumo en 2025 de 2.730.306 toneladas de CO₂ eq es un 14,1 por ciento inferior al límite de consumo establecido en el Protocolo de Montreal (3.179.294 toneladas de CO₂ eq) y un 11,5 por ciento inferior al consumo máximo admisible establecido en el Acuerdo (3.083.915 toneladas de CO₂ eq). El informe de verificación confirmó que el Gobierno estaba implementando un sistema de concesión de licencias y cupos para las importaciones y exportaciones de HFC y que el Ecuador cumplió con los objetivos de consumo en 2024 y 2025. Entre las actividades completadas durante el primer tramo de la etapa I se incluyen la actualización del sistema en línea de licencias de HFC, la capacitación del personal de aduanas, el desarrollo de acuerdos con instituciones de capacitación, la adquisición de herramientas y equipos para instituciones de capacitación en refrigeración, aire acondicionado y aire acondicionado para vehículos, y actividades de sensibilización. La tasa de desembolso del primer tramo es del 95 por ciento. Entre las actividades planificadas para el segundo tramo están la capacitación continua y el suministro de equipos a los técnicos de mantenimiento de refrigeración, aire acondicionado y aire acondicionado de vehículos, seguir desarrollando el esquema de recuperación y regeneración de refrigerantes, y un plan para eliminar por completo el uso de los HFC en el sector de espumas de poliuretano.

RECOMENDACIÓN

67. El Comité Ejecutivo podrá estimar oportuno:

- a) Tomar nota de:
 - i) El informe sobre la marcha del primer tramo de la etapa I del plan de aplicación de la Enmienda de Kigali relativa a los HFC (PAK) del Ecuador;
 - ii) Que en la etapa I del PAK se incluía financiamiento para el plan para eliminar por completo los HFC contenidos en polioles premezclados de importación en el sector espumas de poliuretano (plan sectorial de espumas) por un monto de USD 424.950, más unos gastos de apoyo del organismo de USD 29.746 para la ONUDI;
 - iii) El compromiso del Gobierno del Ecuador de prohibir las importaciones y/o el uso de los HFC, tanto puros como contenidos en polioles premezclados, en el momento en que se haya convertido a tecnologías sin HFC la última planta de fabricación de espumas, y como máximo el 1 de enero de 2030;
 - iv) Que la Secretaría del Fondo ha actualizado el Acuerdo entre el Gobierno del Ecuador y el Comité Ejecutivo para la etapa I del PAK, tal como figura en el anexo I del presente documento, concretamente el párrafo 2 y los apéndices 1-A y 2-A, para adaptarlos a la inclusión del plan sectorial de espumas y el correspondiente nivel de financiamiento revisado, y se ha añadido el párrafo 17 para indicar que el Acuerdo actualizado sustituye al suscrito en la 97ª reunión; y
 - v) Que se deducirán 96.263 toneladas de CO₂ equivalente de HFC contenidos en polioles premezclados de importación del punto de partida para las reducciones acumuladas sostenidas del consumo de HFC que se establecerán según la orientación proporcionada por el Comité Ejecutivo; y
- b) Aprobar el segundo tramo de la etapa I del PAK del Ecuador y el correspondiente plan de ejecución del tramo para el período 2026-2028, por un monto de USD 789.364, más unos

gastos de apoyo del organismo de USD 55.255 para la ONUDI, en el entendimiento de que la ONUDI incluirá, como parte del informe sobre la marcha de la ejecución del segundo tramo del PAK, una actualización sobre los progresos realizados en la implantación de las recomendaciones contenidas en el informe de verificación presentado a la 98ª reunión.

FICHA DE EVALUACIÓN DEL PROYECTO – PROYECTO NO PLURIANUAL**Ecuador**

TÍTULO DEL PROYECTO	ORGANISMO
Proyecto piloto de demostración para mantener o mejorar la eficiencia energética de las tecnologías y equipos sustitutivos en el contexto de la reducción de los HFC (actividades sin inversión) mediante la sustitución de un sistema de refrigeración centralizado de R-507A por un sistema de recirculación a base de amoníaco en una empresa de procesamiento de camarones del Ecuador (decisión 91/65)	ONUDI (principal)

OBJETIVO DEL PROYECTO
El objetivo de este proyecto de demostración es eliminar el uso de R-507A en la instalación afectada, reducir las emisiones directas de CO ₂ equivalentes (CO ₂ eq) asociadas con fugas, mejorar la eficiencia energética, fortalecer la capacidad técnica nacional de diseñar y operar sistemas a base de amoníaco (NH ₃) y proporcionar un modelo reproducible por otros usuarios de refrigeración industrial. Entre los resultados esperados se incluyen la instalación y puesta en marcha de un sistema a base de NH ₃ , reducciones cuantificadas del consumo y de las emisiones de refrigerantes, una evaluación verificada de la eficiencia energética antes y después de la conversión, y la difusión de los resultados entre las partes interesadas para apoyar su replicabilidad.

ORGANISMO NACIONAL DE COORDINACIÓN	Ministerio de Producción, Comercio Exterior e Inversiones
---	---

DATOS DEL ARTÍCULO 7 (anexo F)	Año: 2025	1.238,20 t	2.730.306 toneladas de CO ₂ eq
---------------------------------------	------------------	------------	---

DETALLES DEL PROYECTO		
Consumo de HFC en el sector de servicio y mantenimiento (datos del programa de país de 2025)	t	1.209,29
	Toneladas de CO ₂ eq	2.615.862
Duración del proyecto	meses	36
Subvención solicitada al Fondo Multilateral	USD	492.000
Subvención concedida	USD	449.600
Gastos de apoyo del proyecto para la ONUDI	USD	31.472
Costo total del proyecto para el Fondo Multilateral	USD	481.072
Cofinanciamiento	USD	1.403.743
Costo total del proyecto, incluido el cofinanciamiento	USD	1.853.343
Ahorro de energía conseguido con el proyecto	KWh/año	1.321.374
Cofinanciamiento		Sí
Incluye hitos de seguimiento del proyecto		Sí
Hay establecidas normas de eficiencia energética mínima para las aplicaciones relevantes		No
Normas de eficiencia energética mínima obligatorias para las aplicaciones relevantes		No

RECOMENDACIÓN DE LA SECRETARÍA	Para su consideración individual
---------------------------------------	----------------------------------

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Resumen de la propuesta original

68. En nombre del Gobierno del Ecuador, la ONUDI ha presentado, como organismo de ejecución designado y conforme a lo dispuesto en la decisión 91/65, un proyecto piloto de demostración para mantener o mejorar la eficiencia energética de las tecnologías y equipos sustitutivos en el contexto de la reducción de los HFC (actividades sin inversión) mediante la sustitución de un sistema de refrigeración centralizado a base de R-507A por un sistema de recirculación a base de amoníaco (NH₃/R-717) en una empresa de procesamiento de camarones, por un monto de USD 492.000, más unos gastos de apoyo del organismo de USD 34.440, de acuerdo con la comunicación inicial⁹.

Antecedentes

69. El Ecuador ratificó la Enmienda de Kigali el 22 de enero de 2018, la etapa I del plan de aplicación de la Enmienda de Kigali relativa a los HFC (PAK) se aprobó en la 93ª reunión¹⁰ y el país se comprometió a reducir su consumo de HFC en un 14 por ciento respecto del nivel básico de referencia para 2029, lo que incluye la toma de medidas de reducción provisionales a partir de 2025. En su 91ª reunión, el Comité Ejecutivo aprobó un proyecto de inversión para convertir la fabricación de refrigeradores domésticos y comerciales de HFC-134a a R-600a y R-290 en una empresa de Induglob. Este proyecto aparece en el Acuerdo del PAK, y las reducciones de HFC que tiene asociadas forman parte de la reducción del 14 por ciento del nivel básico de HFC para 2029. Si bien el proyecto no incluía un componente de eficiencia energética, los cálculos informados por la empresa han mostrado una mejora del 4 por ciento en la eficiencia energética de los refrigeradores domésticos a base de R-600a fabricados en la línea convertida. En la etapa I del PAK se incluyen actividades relacionadas con la eficiencia energética, que se analizan más adelante en más detalle, en la sección "Descripción general del proyecto".

Estado de ejecución de otras actividades relacionadas con la eficiencia energética

70. Como parte de las actividades de apoyo a la reducción de los HFC, la Unidad de Ozono de Ecuador ha fortalecido su asociación con el Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables identificando relaciones entre la reducción de los HFC y la eficiencia energética.

71. En la 93ª reunión, como parte de la etapa II del segundo tramo del plan de gestión para la eliminación de los HCFC (PGEH), se aprobaron actividades adicionales para mantener la eficiencia energética en el sector de servicio y mantenimiento de equipos de refrigeración de conformidad con la decisión 89/6, incluido el fortalecimiento de la capacidad de los importadores y los agentes de aduanas, creación de capacidad y capacitación adicional sobre eficiencia energética en el sector de servicio y mantenimiento de equipos de refrigeración y aire acondicionado, así como actividades de sensibilización y divulgación¹¹.

72. El proyecto piloto para mejorar la eficiencia energética de las tecnologías sustitutivas durante la reducción de los HFC en Ecuador, aprobado en la 93ª reunión, se analiza en detalle en el párrafo 34 del presente documento.

73. Entre las iniciativas nacionales del Ecuador destinadas a mejorar la eficiencia energética en diferentes sectores está el Programa RENOVA (sustitución de refrigeradores domésticos ineficientes por unidades más eficientes para reducir el consumo de electricidad residencial), el Programa de Etiquetado Energético (etiquetado obligatorio para guiar las elecciones de los consumidores y promover los equipos eficientes), la Promoción de la Gestión de la Energía Industrial (fomentando el uso de sistemas de gestión

⁹ Según la nota del 12 de marzo de 2026 del Ministerio de Producción, Comercio Exterior e Inversiones del Ecuador a la ONUDI

¹⁰ Decisión 93/61

¹¹ Decisión 93/36 a) iv)

de la energía basados en la norma ISO 50001 en grandes consumidores de electricidad), auditorías de eficiencia energética en el sector público y planes de mejora de la infraestructura pública, y varios mecanismos de incentivos para ahorros de energía verificados y certificaciones relacionadas.

Marco normativo, reglamentario e institucional

74. Las responsabilidades institucionales relacionadas con la eficiencia energética en el Ecuador se distribuyen entre el Ministerio de Energía y Minas, que es la principal autoridad en políticas energéticas nacionales y el coordinador de las estrategias de eficiencia energética; el Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN), responsable del desarrollo, adopción y cumplimiento de los reglamentos y normas técnicas, incluidas las normas de eficiencia energética mínima y los programas de etiquetado; el Ministerio de Producción, Comercio Exterior e Inversiones, que alberga la Unidad de Ozono y que supervisa la ejecución del Protocolo de Montreal, incluidos los sistemas de licencias y cupos de refrigerantes; el Servicio Nacional de Aduana, que controla las sustancias importadas y los equipos regulados; y la Agencia de Regulación y Control de Electricidad, que supervisa las regulaciones del mercado eléctrico y las estructuras de aranceles relevantes para el consumo industrial de electricidad.

75. El Sistema Nacional de Eficiencia Energética, establecido en la Ley Orgánica de Eficiencia Energética aprobada en 2019, exige hacer un uso racional y sostenible de la energía en los sectores público y privado mediante el fomento de tecnologías de alta eficiencia, sistemas de gestión de la energía y estándares basados en la eficiencia. El Plan Nacional de Eficiencia Energética para 2016-2035 tiene como objetivo reducir el consumo de electricidad y las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas, especialmente de las aplicaciones de refrigeración y aire acondicionado, que representan una parte significativa de la demanda de electricidad en los sectores residencial, comercial e industrial.

76. El Ministerio de Energía y Minas ha desarrollado 11 normas para promover la eficiencia energética y 23 reglamentos técnicos para garantizar la comercialización de equipos domésticos e industriales energéticamente eficientes, incluida la norma técnica núm. 2495 sobre requisitos de eficiencia energética para acondicionadores de aire (2015); el reglamento técnico N.º 35 sobre el reporte de la eficiencia energética, métodos de prueba y etiquetado en artefactos de refrigeración de uso doméstico (2020); y la norma técnica N.º 2511 sobre los requisitos de eficiencia energética para cámaras de refrigeración instaladas en vehículos automotores.

77. La Unidad de Ozono actuará como autoridad nacional de coordinación, supervisando la ejecución del proyecto, asegurando la alineación con el sistema de licencias y cupos de HFC, facilitando la coordinación de la reglamentación e informando de los avances. El Ministerio de Energía y Minas guiará la integración con las políticas nacionales de eficiencia energética, mientras que el Servicio Nacional de Aduana hará cumplir el sistema de cupos de importación de HFC y se asegurará de que las reducciones del consumo de R-507A obtenidas gracias al proyecto se reflejen en controles nacionales. Las autoridades de medio ambiente garantizarán el cumplimiento de las normas industriales y de seguridad que regulan los sistemas a base de NH₃.

78. La planta de procesamiento de camarones servirá como empresa anfitriona, proporcionando datos de referencia, dando apoyo a la instalación y puesta en marcha, e integrando el sistema a base de NH₃ en sus operaciones. El diseño del sistema, el suministro de los equipos, la instalación, puesta en marcha y verificación de la eficiencia se llevará a cabo por empresas de ingeniería de equipos de refrigeración industrial. Los proveedores de mantenimiento nacionales participarán en intercambios técnicos y capacitación para fortalecer la capacidad nacional en el mantenimiento y gestión de la seguridad de los sistemas a base de NH₃.

79. La ONUDI, en su calidad de organismo de ejecución, se encargará de la supervisión técnica, dar apoyo a las adquisiciones, supervisar la ejecución, hacer seguimiento del rendimiento y presentar informes sobre los resultados. Las instituciones de capacitación fortalecidas en el marco del PGEH y el PAK

contribuirán a la creación de capacidad del proyecto e incorporarán las enseñanzas extraídas de la demostración en los planes de estudios nacionales para apoyar el funcionamiento seguro de los sistemas de refrigeración industrial a base de NH₃. Las asociaciones industriales del sector de procesamiento de camarones ayudarán a difundir los resultados y a promover la replicación en instalaciones similares, ampliando el impacto del proyecto en todo el sector.

Normas de eficiencia energética mínima

80. El Ecuador cuenta con normas de eficiencia energética mínima y etiquetado obligatorio de aparatos domésticos de refrigeración y aire acondicionado pequeños, y existen requisitos mínimos de rendimiento energético para determinados componentes de aplicaciones de gran tamaño de los sectores de refrigeración comercial e industrial, como los motores eléctricos utilizados en compresores y bombas de recirculación de líquidos o ventiladores accionados por motor incorporados en condensadores de evaporación y enfriadores de aire; sin embargo, aún no se han establecido normas de eficiencia energética a nivel de sistema para dichos sectores.

Consumo de HFC y antecedentes sobre el sector

81. La base de referencia del consumo de HFC del Ecuador se estableció en 3.179.294 toneladas de CO₂ equivalente (CO₂ eq). De acuerdo con los datos del artículo 7, el uso total de HFC en 2025 fue de 2.730.306 toneladas de CO₂ eq, una cifra un 14,1 por ciento inferior al nivel básico. En el cuadro 1 se presenta el consumo de HFC en el país durante el período 2021-2025.

Cuadro 1. Consumo de HFC en el período 2121-2025 (datos del artículo 7)

Sustancia	2021	2022	2023	2024	2025
Toneladas					
Todos los HFC	861,65	1.597,67	1.399,50	937,88	1.238,20
R-507A	137,16	301,20	229,72	109,77	212,39
Toneladas de CO₂ eq					
Todos los HFC	1.931.128	3.937.954	3.161.086	2.010.343	2.730.306
R-507A	546.588	1.200.272	915.426	437.444	846.390

82. Tras una caída temporal debida a la pandemia del COVID-19, el consumo de HFC del Ecuador en 2022 alcanzó un máximo de 3.937.954 toneladas de CO₂ eq debido a la recuperación del mercado. Desde entonces, el consumo de R-507A y de todos los HFC sumados ha ido fluctuando, pero se ha mantenido por debajo de los controles del Protocolo de Montreal y del consumo máximo admisible de las sustancias del anexo F según lo establecido en el Acuerdo del Ecuador con el Comité Ejecutivo.

83. El de refrigeración industrial es el segundo subsector en cuanto al consumo de HFC del Ecuador, utilizando casi una cuarta parte de los HFC del sector de servicio y mantenimiento nacional, principalmente R-507A, R-404A y HFC-134a. El procesamiento de camarones es una de las principales industrias de exportación del país, y utiliza sistemas de baja temperatura y túneles de congelación que funcionan a entre -35 °C y -40°C, con grandes cargas de refrigerante y muchas horas de funcionamiento. Estas instalaciones se encuentran entre los usuarios de refrigeración industrial más intensivos en energía y emisiones. Las mezclas de refrigerantes con alto potencial de calentamiento atmosférico (PCA) siguen siendo comunes en sistemas centralizados y semicentralizados, y la reciente expansión impulsada por la exportación ha aumentado las instalaciones. Al no existir normas de eficiencia energética mínima para equipos de refrigeración industrial, los sistemas a base de HFC de alta carga siguen dominando tanto las plantas nuevas como las existentes.

Descripción general del proyecto

Objetivos del proyecto y coordinación con la etapa I del plan de aplicación de la Enmienda de Kigali relativa a los HFC

84. El proyecto piloto de demostración, ejecutado en coordinación con la etapa I del PAK del país, tiene como objetivo reemplazar un sistema centralizado a base de R-507A de alta carga que sirve a cinco túneles de congelación de aire forzado (-40 °C) en Empacreci, una empresa de procesamiento de camarones de Guayaquil, con un sistema de recirculación a base de NH₃ a baja temperatura. Al eliminar el uso de R-507A en la instalación afectada, el proyecto reducirá las emisiones directas de CO₂ eq asociadas con fugas, mejorará la eficiencia energética, fortalecerá la capacidad técnica nacional de diseño y operación de sistemas a base de NH₃ y proporcionará un modelo replicable para otros usuarios de refrigeración industrial.

85. El proyecto piloto anterior, aprobado por la decisión 93/80, incluía un proyecto de propuesta para introducir o mejorar el etiquetado de eficiencia energética y las normas de eficiencia energética mínima de las unidades de condensación, así como actividades para promover dichas medidas en sistemas de refrigeración y aire acondicionado comerciales e industriales con el fin de crear las condiciones para poder hacer la transición a utilizar sistemas de refrigeración y aire acondicionado grandes más energéticamente eficientes en el sector de equipos de refrigeración comercial del Ecuador¹². El objetivo de este proyecto es ampliar aún más la red reglamentaria relativa a la eficiencia energética desarrollando una propuesta de normas de eficiencia energética mínima para sistemas de refrigeración centralizados, lo que incluye llevar a cabo una evaluación técnica de las tecnologías actuales, una evaluación comparativa con las buenas prácticas internacionales y la identificación de umbrales mínimos de eficiencia para soluciones de alta eficiencia energética y bajo PCA, prestando una especial atención a los sistemas centralizados de NH₃ y bajo PCA utilizados en el procesamiento de alimentos, el almacenamiento en frío y las industrias orientadas a la exportación.

86. Las instituciones de capacitación técnica y vocacional fortalecidas en el marco del PGEH y el PAK prestarán apoyo a las actividades de creación de capacidad asociadas con el proyecto. Estas instituciones integrarán en los planes de estudios nacionales las enseñanzas extraídas de la demostración, lo que contribuirá a la seguridad en la manipulación y el funcionamiento de los sistemas de refrigeración industrial a base de NH₃. Las asociaciones industriales que representan al sector de procesamiento de camarones facilitarán la difusión de los resultados y promoverán su replicación en instalaciones similares, aumentando así el impacto más amplio a nivel sectorial de la intervención.

Beneficiario del proyecto

87. La empresa beneficiaria del proyecto es Empacreci, un importante procesador y exportador de camarones de acuicultura ecuatorianos, con sede en Durán, Ecuador. La planta de procesamiento está situada en Guayaquil, la ciudad más grande y el principal puerto del Ecuador. Se especializa en el procesamiento, congelación y almacenamiento de productos de camarones destinados a los mercados internacionales, para lo que cumple con estrictos requisitos de calidad, trazabilidad e integridad de la cadena de frío. En el proceso de producción se utilizan túneles de congelación para garantizar la rápida estabilización del producto y el mantenimiento de los niveles de calidad requeridos para la exportación. En 2022, Empacreci fue el quinto mayor exportador de camarones, exportando más de 78 millones de libras de camarones al año, con un consumo anual estimado de aproximadamente 0,9 toneladas métricas de R-507A (o 3.527 toneladas de CO₂ eq).

¹² Párrafos 82, 103 y 110, y tabla 7 del documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/93/52 Las actividades adicionales relacionadas con la eficiencia energética ejecutadas en el marco del PGEH del país en consonancia con la decisión 89/6 se centran en el desarrollo de las capacidades nacionales para reforzar la eficiencia energética de los aparatos de refrigeración y aire acondicionado autónomos para los que ya se habían desarrollado normas de eficiencia energética mínima y que solo tendrían que actualizarse.

88. El proyecto de demostración propone sustituir el sistema a base de R-507 por un sistema centralizado de recirculación a baja temperatura (-40 °C) (recirculación mediante bombas/sobrealimentada) a base de NH₃. El nuevo sistema se instalará en una sala de maquinaria exclusiva para ello y distribuirá NH₃ líquido a los evaporadores a través de un separador de baja temperatura y la recirculación controlada de líquido, lo que garantizará un funcionamiento estable en condiciones industriales de alta carga. La instalación incluye un bastidor de compresor de tornillo industrial, condensadores de evaporación, receptores de líquido y una amplia distribución de tuberías de cobre a los evaporadores ubicados dentro de cada túnel de congelación de aire forzado. Más allá de la sustitución de los refrigerantes, la instalación integra una arquitectura optimizada del sistema, un control modular de la capacidad del compresor, la supervisión continua del rendimiento a través del sistema SCADA¹³ y una verificación estructurada del rendimiento energético. El sistema está diseñado específicamente para aplicaciones de congelación a bajas temperaturas en condiciones de carga industrial continua y para las temperaturas ambiente tropicales típicas de Guayaquil. La instalación garantizará la plena compatibilidad con el sistema de distribución de salmuera existente en la planta.

89. El beneficiario se autofinanciará el paquete completo de los equipos de NH₃ (USD 1.403.743), contribuyendo con el 74 por ciento del costo total del proyecto.

Actividades propuestas en la comunicación inicial

90. Se proponían las siguientes actividades y costos para la ejecución del proyecto:

- a) Puesta en marcha, suministro e instalación de un sistema de refrigeración a base de NH₃, incluidos compresores para bajas temperaturas, separador, condensadores, receptor de líquido, evaporadores, estaciones de válvulas, sistemas eléctricos y de control, dispositivos de seguridad y servicios de ingeniería y supervisión (USD 1.403.743); y trabajos mecánicos asociados (USD 432.000) (total de USD 1.835.743);
- b) Contratación de expertos técnicos para proporcionar orientación y apoyo a la puesta en marcha e instalación de nuevos sistemas de refrigeración, revisar los diseños, garantizar el cumplimiento de las mejores prácticas, capacitar al personal en la operación y el mantenimiento de los nuevos sistemas, ayudar en el cumplimiento de la normativa y los procesos de certificación, supervisar el progreso y preparar informes técnicos (USD 20.000);
- c) Auditorías energéticas de referencia para establecer el uso de energía previo a la instalación, evaluaciones energéticas posteriores a la instalación para medir las mejoras de eficiencia, análisis comparativo de los datos de energía para evaluar el rendimiento general del sistema, preparación de informes que detallen los ahorros de energía y recomendaciones para la optimización, registro de datos, análisis de verificación y difusión de resultados a las partes interesadas para apoyar una adopción más amplia (USD 10.000); y
- d) Elaboración de un proyecto de propuesta de normas de eficiencia energética mínima para sistemas de refrigeración industrial centralizados, incluida una evaluación técnica de las tecnologías utilizadas actualmente, una evaluación comparativa con las mejores prácticas internacionales, la identificación de umbrales mínimos de eficiencia energética, consultas a las partes interesadas y talleres técnicos con representantes de la industria, empresas de ingeniería, autoridades gubernamentales y reguladores de energía para garantizar la viabilidad y la aceptación en el sector (USD 30.000).

¹³ El sistema SCADA (del inglés "Supervisory Control and Data Acquisition") es un sistema compuesto por elementos de software y hardware que permite a las empresas controlar y supervisar los procesos industriales actuando como interfaz directa con la maquinaria de la planta y permitiendo la visualización de datos en tiempo real.

Costo del proyecto piloto de conformidad con la comunicación inicial

91. De un costo total de USD 1.895.743, más los gastos de apoyo del organismo, de la comunicación inicial, se han solicitado USD 492.000 al Fondo Multilateral, mientras que USD 1.403.743 (74 por ciento del costo total del proyecto) se aportarán a través de cofinanciamiento del beneficiario para la puesta en marcha, suministro e instalación de todos los componentes de un sistema de refrigeración a base de NH₃. Se espera que el proyecto se complete dentro de los 36 meses posteriores a la aprobación, entre julio de 2026 y junio de 2029. En el cuadro 2 se presenta un desglose de los costos del proyecto.

Cuadro 2. Actividades del proyecto, presupuesto total y desglose de costos por fuente, de conformidad con la comunicación inicial

Concepto		Costo del proyecto (USD)		
		Total	Subvención del FML	Cofinanciamiento
Componente 1: Equipos y proceso de instalación	Equipos de NH ₃ y controles	1.403.743	0	1.403.743
	Instalaciones mecánicas	432.000	432.000	0
	Subtotal del componente 1	1.835.743	432.000	1.403.743
Componente 2: Asistencia técnica	Consultores y expertos en eficiencia energética	20.000	20.000	0
	Evaluación de las mejoras energéticas	10.000	10.000	0
	Elaboración de un proyecto de propuesta de normas de eficiencia energética mínima para unidades de condensación y sistemas centralizados	30.000	30.000	0
	Subtotal del componente 2	60.000	60.000	0
Total		1.895.743	492.000	1.403.743

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIÓN DE LA SECRETARÍA

OBSERVACIONES

92. La Secretaría ha examinado la propuesta de proyecto a la luz de las decisiones 89/6, 91/65 y 95/87, teniendo también en cuenta las actividades ejecutadas en la etapa I del PAK del país.

Admisibilidad en el marco de las decisiones 89/6, 91/65 y 95/87

93. Esta propuesta cumple con los criterios de admisibilidad establecidos en la decisión 95/87 d), ya que se ha presentado antes de la 100ª reunión del Comité Ejecutivo, y las actividades propuestas están de acuerdo con los criterios de la decisión 91/65 b) i) d., ya que forman parte de un proyecto del sector de servicio y mantenimiento y no han recibido financiamiento anterior. Conforme a lo dispuesto en la decisión 91/65 b) iv), el Gobierno del Ecuador ha confirmado que la Unidad de Ozono se coordinará con el Ministerio de Energía y Minas y el INEN para facilitar que se considere la transición de los refrigerantes en la elaboración de normas de eficiencia energética mínima; que, si el Gobierno del Ecuador tuviera previsto movilizar fondos de fuentes que no sean las del Fondo Multilateral para componentes de eficiencia energética durante la reducción de los HFC, el proyecto no dará lugar a la duplicación de actividades entre las financiadas por el Fondo Multilateral y las financiadas por otras fuentes; que se facilitará, según proceda, información sobre los progresos, los resultados y las enseñanzas clave del proyecto; que la fecha de finalización del proyecto no se fijará en más de 36 meses desde la fecha de aprobación por parte del Comité Ejecutivo; y que se presentará un informe detallado del proyecto al Comité Ejecutivo dentro de los seis meses siguientes a la fecha de finalización del proyecto.

Normas de eficiencia energética mínima

94. A pesar de haber establecido normas para equipos de refrigeración doméstica y de aire acondicionado de poca capacidad, el Ecuador actualmente no dispone de normas de eficiencia energética mínima a nivel de sistema para sistemas de refrigeración comerciales e industriales de gran capacidad. En ausencia de dichas normas a nivel de sistema para sistemas de refrigeración industriales centralizados, el proyecto aplicará metodologías de medición de la eficiencia energética reconocidas internacionalmente a fin de garantizar la correcta documentación de las ganancias de eficiencia y para apoyar el desarrollo futuro de niveles de referencia del rendimiento energético a nivel de sistemas en el país.

Aspectos técnicos y relativos a costos

Selección de la tecnología y cálculo de costos

95. La ONUDI explicó que se había evaluado el uso continuado de sistemas de HFC y otras opciones de bajo PCA, pero que se había seleccionado la tecnología a base de NH₃ debido a su nulo PCA, su mejor comportamiento termodinámico a bajas temperaturas (-40 °C), algo particularmente importante en aplicaciones de congelación industrial, su mayor eficiencia energética en comparación con sistemas equivalentes de HFC, su probada fiabilidad en instalaciones industriales de procesamiento de alimentos de gran capacidad, la larga vida útil de los equipos y menores costos operativos a lo largo de su vida útil a pesar del mayor gasto de capital inicial. La adopción de la tecnología a base de NH₃ en el Ecuador se ha visto limitada por los mayores costos iniciales, los requisitos de seguridad y la necesidad de contar con habilidades técnicas especializadas. El proyecto aborda estas barreras apoyando la instalación, haciendo posible una transición estructurada y generando experiencia práctica para facilitar una mayor replicación en el sector. Más allá de la sustitución de refrigerantes, la instalación integra una arquitectura optimizada del sistema, control modular de la capacidad del compresor, supervisión continua del rendimiento y verificación estructurada de la eficiencia energética.

96. La empresa financiará el costo total de los equipos y controles de NH₃ (USD 1.403.743), lo que representa la inversión tecnológica principal y demuestra responsabilidad y compromiso para adoptar una solución de PCA cero. Para evitar la adquisición fragmentada de un sistema industrial integrado y garantizar la plena compatibilidad con el proceso existente y los requisitos operativos, la empresa gestionará y financiará la selección y el suministro de los equipos y no se solicitarán fondos para el paquete de equipos. En cambio, en la propuesta se solicitan los costos correspondientes a la instalación mecánica y los trabajos de seguridad necesarios para implementar la solución de NH₃ en condiciones industriales, incluidas las tuberías y los accesorios, el montaje mecánico, el aislamiento y el cableado eléctrico, así como la asistencia técnica.

97. La Secretaría preguntó acerca de los costos en términos comparativos y la ONUDI estimó que reemplazar el sistema por otro a base de R-507A costaría aproximadamente USD 800.000, mientras que el costo de un sistema de NH₃ es de USD 1,8 millones. La Secretaría preguntó sobre el reparto de los costos, ya que normalmente el Fondo Multilateral paga los equipos; la ONUDI explicó que, dada la complejidad del proyecto, asignar los recursos del Fondo Multilateral a la instalación ayuda a evitar la compra fragmentada de un paquete integrado, algo fundamental para garantizar la compatibilidad, el rendimiento y la seguridad del sistema. La ONUDI explicó, además, que la experiencia en otros proyectos había demostrado que dividir las adquisiciones, financiando algunos componentes por separado, podía crear problemas técnicos y operativos, en particular en grandes sistemas industriales. A diferencia de los equipos modulares o autónomos, este proyecto afecta a un sistema altamente integrado, donde los compresores, las tuberías, los controles y los elementos de seguridad deben funcionar como una solución de ingeniería única.

98. Tras negociar los elementos de costos, se acordó reducir los fondos cubiertos por el Fondo Multilateral para el componente 1 del proyecto de demostración de USD 432.000 a USD 399.600. Se aplicó una reducción de USD 32.400 al costo total de las instalaciones mecánicas, teniendo en cuenta que, en caso

de incurrir en sobrecostos durante la instalación, la empresa cubrirá cualquier costo adicional más allá de lo presupuestado en el proyecto aprobado y no se requerirá financiación adicional del Fondo Multilateral. Por otra parte, el presupuesto para elaborar un proyecto de propuesta de normas de eficiencia energética mínima para unidades de condensación y sistemas centralizados (componente 2) se redujo en USD 10.000, en el entendimiento de que se encontrarán eficiencias para esta actividad durante la ejecución del PAK y el PGEH. El nivel de financiamiento acordado ayudará a garantizar que el beneficiario esté motivado para participar y promover activamente la adopción de esta tecnología. También ayudará a contar con un diseño e ingeniería adecuados para el proyecto, lo que conducirá a un mejor rendimiento, menos problemas técnicos y una mayor confianza en la fiabilidad y la viabilidad a largo plazo de la tecnología.

Selección del beneficiario

99. La ONUDI explicó que el beneficiario se había seleccionado por su fuerte sentido de responsabilidad y compromiso con la transición a sustancias alternativas a los HFC de bajo PCA. La empresa estaba evaluando opciones para actualizar su sistema de refrigeración para dar respuesta a consideraciones operativas y de eficiencia. Sin este proyecto, la vía más probable habría sido llevar a cabo una sustitución comparable utilizando la tecnología convencional de HFC. El proyecto propuesto permite hacer una transición acelerada a un sistema a base de NH₃ de PCA cero, alineado con los objetivos de eficiencia energética y los compromisos nacionales en el marco de la Enmienda de Kigali.

Supervisión

100. El financiamiento recomendado incluye auditorías energéticas de referencia para establecer el uso de energía previo a la instalación, realizar evaluaciones energéticas posteriores a la instalación para medir las mejoras de eficiencia, analizar y comparar los datos energéticos para evaluar el rendimiento general del sistema, preparar informes que detallen los ahorros de energía y recomendaciones para su optimización, y compartir los resultados con las partes interesadas para apoyar una adopción más amplia mediante su replicación. Además, el beneficiario se ha comprometido a implementar un programa de mantenimiento preventivo estructurado que abarque los compresores, condensadores, evaporadores, sistemas de control y componentes de seguridad, incluidos los sistemas de detección y ventilación de gases. El sistema funcionará sometido a una supervisión continua de sus parámetros clave de rendimiento (presiones, temperaturas, factores de carga y consumo de electricidad), lo que permitirá detectar de forma temprana las posibles ineficiencias y tomar medidas correctivas preventivas.

Costos acordados del proyecto piloto

101. El costo acordado del proyecto piloto para reemplazar un sistema de refrigeración centralizado a base de R-507A por un sistema de recirculación de NH₃ en una planta de procesamiento de camarones del Ecuador asciende a USD 1.853.343, incluida una subvención del Fondo Multilateral de USD 449.600 y una cofinanciación del beneficiario de USD 1.403.743, como se muestra en el cuadro 3.

Cuadro 3. Actividades del proyecto, presupuesto total y desglose de costos por fuente, según lo convenido

Concepto		Costo del proyecto (USD)		
		Total	Subvención del FML	Cofinanciamiento
Componente 1: Equipos y proceso de instalación	Equipos de NH ₃ y controles	1.403.743	0	1.403.743
	Instalaciones mecánicas	399.600	399.600	0
	Subtotal del componente 1	1.803.343	399.600	1.403.743
Componente 2: Asistencia técnica	Consultores y expertos en eficiencia energética	20.000	20.000	0
	Evaluación de las mejoras energéticas	10.000	10.000	0

Concepto	Costo del proyecto (USD)		
	Total	Subvención del FML	Cofinanciamiento
Elaboración de un proyecto de propuesta de normas de eficiencia energética mínima para unidades de condensación y sistemas centralizados	20.000	20.000	0
Subtotal del componente 2	50.000	50.000	0
Total	1.853.343	449.600	1.403.743

Mejoras de eficiencia energética y ahorros estimados

102. De acuerdo con los parámetros de operación de la propuesta, el sistema de referencia consume unos 7,3 GWh de electricidad al año (600-610 MWh al mes), con un costo estimado de USD 55.000- 65.000 al mes a las tarifas industriales típicas. Con el sistema a base de NH₃ y la mejora esperada del coeficiente de rendimiento de 1,35 a 1,65, se prevé que el consumo anual caiga a aproximadamente 5,9 GWh (490-500 MWh al mes), lo que reduciría los costes mensuales de electricidad a unos USD 45.000-55.000. La diferencia entre la tecnología de referencia y el sistema de NH₃, utilizando la carga de refrigeración media, el coeficiente de rendimiento y el uso anual de electricidad asciende a 1.321.374 kWh/año de emisiones evitadas, que representan un ahorro estimado de USD 10.000-12.000 al mes, o USD 120.000-140.000 al año. Estos valores se corresponden con las ganancias de rendimiento indicativas de la propuesta y se confirmarán mediante mediciones y verificaciones en el componente 2.

Sostenibilidad, replicabilidad y evaluación de riesgos

103. Entre los posibles riesgos para la sostenibilidad de los resultados del proyecto se incluyen retrasos en la fabricación o entrega de los equipos, dificultades para integrar el nuevo sistema a base de NH₃ con la infraestructura existente, riesgos de seguridad asociados con la manipulación del NH₃, sobrecostos durante la instalación, fluctuaciones del tipo de cambio que afecten a las importaciones de los equipos, interrupción temporal de la producción durante la instalación, insuficiente capacidad técnica para operar un sistema a base de NH₃, liberación accidental de NH₃ y retrasos en las actividades de verificación del rendimiento. El nivel de riesgo general del proyecto se considera moderado, dada la madurez técnica de los sistemas a base de NH₃ y el compromiso económico de la empresa participante.

104. Los riesgos se mitigarán mediante una planificación temprana de las adquisiciones, las cláusulas contractuales pertinentes, el uso de contratos con precio fijo en dólares estadounidenses cuando sea posible, una supervisión financiera interna, un diseño de ingeniería detallado, la participación de expertos experimentados en refrigeración industrial, una puesta en marcha por fases y calendarios de instalación coordinados con el proceso de producción, la inclusión de colchones temporales en el calendario de implementación, asegurarse del cumplimiento de las normas internacionales de seguridad, la instalación de sistemas de detección de gases y ventilación, el empleo de sistemas de contención de grado industrial y válvulas de alivio de presión, impartir capacitación a los operarios y protocolos de respuesta a emergencias, implementación de un programa de mantenimiento preventivo, la supervisión continua, una supervisión técnica específica y la instalación temprana de sistemas de registro de datos.

105. Se espera que los resultados del proyecto sean muy replicables en todo el sector de procesamiento de marisco del Ecuador. Los hallazgos técnicos, incluidos los parámetros de diseño del sistema, los procedimientos de puesta en marcha, la arquitectura de seguridad y la eficiencia energética medida, se compilarán en un informe final para su difusión a las partes interesadas en el ámbito de la refrigeración industrial. A nivel nacional, se estima que hay 25 plantas de procesamiento de camarones operando con sistemas de refrigeración de escala similar, y aproximadamente 50 instalaciones agroindustriales más que utilizan sistemas centralizados con temperaturas y perfiles de operación comparables. Dada su dependencia de los R-507A y R-404A, su operación continua y sus necesidades de congelación a baja temperatura, estas

instalaciones presentan un gran potencial de replicación. Por lo tanto, el proyecto generará una experiencia práctica directamente aplicable a una parte sustancial del mercado de refrigeración industrial del Ecuador.

RECOMENDACIÓN

106. El Comité Ejecutivo podrá estimar oportuno:

- a) Aprobar el proyecto de sustitución de un sistema de refrigeración centralizado a base de R-507A por un sistema de recirculación a base de amoníaco en una empresa de procesamiento de camarones del Ecuador, por un monto de USD 449.600, más unos gastos de apoyo del organismo de USD 31.472 para la ONUDI;
- b) Tomar nota de:
 - i) Que el Gobierno del Ecuador se ha comprometido a cumplir con las condiciones a que se hace referencia en la decisión 91/65 b) iv) b. a d.; y
 - ii) Que el Gobierno del Ecuador, una vez finalizado el proyecto, desarrollará normas de eficiencia energética mínima para sistemas de refrigeración industrial centralizados, que incluirán especificaciones técnicas, métricas de rendimiento (incluidos niveles de referencia para el coeficiente de rendimiento en condiciones de operación definidas), vías de cumplimiento y recomendaciones de implementación; y
 - iii) Que el proyecto quedará completado operativamente a más tardar el 30 de junio de 2029 y que se presentará un informe de proyecto detallado al Comité Ejecutivo en un plazo de seis meses desde la fecha de finalización, en el que se incluirá una descripción detallada de las actividades llevadas a cabo para difundir los resultados de la demostración de tecnología y fomentar la adopción de las tecnologías alternativas energéticamente eficientes seleccionadas.

Anexo I

TEXTO PARA INCLUIR EN LA VERSIÓN ACTUALIZADA DEL ACUERDO ENTRE EL GOBIERNO DEL ECUADOR Y EL COMITÉ EJECUTIVO DEL FONDO MULTILATERAL PARA LA REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE HIDROFLUOROCARBONOS DE ACUERDO CON LA ETAPA I DEL PLAN DE APLICACIÓN DE LA ENMIENDA DE KIGALI RELATIVA A LOS HFC

2.[...] y con respecto a cualquier consumo de sustancias del anexo F que supere los niveles definidos en las filas 4.1.3 y **4.2.3** (consumo remanente admisible para financiamiento).

9.[...] El País acepta que se lleven a cabo evaluaciones, que pueden ser realizadas **en el marco del programa de trabajo de evaluación** del Fondo Multilateral o en el marco del programa de evaluación del OE Principal que participa en este Acuerdo.

17. El presente Acuerdo actualizado sustituye al Acuerdo alcanzado entre el Gobierno del Ecuador y el Comité Ejecutivo en la 97ª reunión del Comité Ejecutivo.

APÉNDICE 1-A: LAS SUSTANCIAS

Sustancia	Punto de partida para reducciones acumulativas en el consumo (toneladas de CO ₂ eq)
HFC	Por determinar
HFC contenido en polioles premezclados de importación	96.263

APÉNDICE 2-A: OBJETIVOS Y FINANCIAMIENTO

Fila	Concepto		2022*	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	Total
1.1	Calendario de reducción del Protocolo de Montreal para las sustancias del anexo F	%	n.a.	n.a.	moratoria	moratoria	moratoria	moratoria	moratoria	10	n.a.
		Toneladas de CO ₂ eq	n.a.	n.a.	3.179.294	3.179.294	3.179.294	3.179.294	3.179.294	2.861.365	n.a.
1.2	Consumo total máximo permitido de sustancias del Anexo F	Reducción en %	n.a.	n.a.	0,0	3,0	5,9	8,7	11,5	14,1	n.a.
		Toneladas de CO ₂ eq	n.a.	n.a.	3.179.294	3.083.915	2.991.398	2.901.656	2.814.606	2.730.168	n.a.
2.1	Financiamiento convenido para el OE principal (ONUDI) (USD)		267.885	292.600	0	0	789.364	0	0	72.930	1.422.779
2.2	Gastos de apoyo para el OE principal (USD)		18.752	20.482	0	0	55.255	0	0	5.105	99.594
3.1	Financiamiento convenido total (USD)		267.885	292.600	0	0	789.364	0	0	72.930	1.422.779
3.2	Total de gastos de apoyo (USD)		18.752	20.482	0	0	55.255	0	0	5.105	99.594
3.3	Total de costos convenidos (USD)		286.637	313.082	0	0	844.619	0	0	78.035	1.522.373
4.1.1	Deducción de HFC en virtud del presente Acuerdo (toneladas de CO ₂ eq)										434.225
4.1.2	Deducción de HFC de proyectos previamente aprobados (toneladas de CO ₂ eq)										14.901
4.1.3	Consumo admisible remanente de HFC (toneladas de CO ₂ eq)										Por determinar
4.2.1	Deducción de HFC contenido en polioles premezclados de importación en el presente Acuerdo (toneladas de CO ₂ eq)										96.263
4.2.2	Deducción de HFC contenido en polioles premezclados de importación de proyectos previamente aprobados (toneladas de CO ₂ eq)										0
4.2.3	Consumo admisible remanente de HFC presente en polioles premezclados de importación (toneladas de CO ₂ eq)										0

* Conversión de una línea de fabricación de refrigeradores comerciales y domésticos en la empresa Induglob, aprobada por la decisión 91/59 para eliminar 14.901 toneladas de CO₂ eq (10,42 t) de HFC-134a.