



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

Distr.
GENERAL

UNEP/OzL.Pro/ExCom/84/72
1º de diciembre de 2019

ESPAÑOL
ORIGINAL: INGLÉS

COMITÉ EJECUTIVO DEL FONDO MULTILATERAL
PARA LA APLICACIÓN DEL
PROTOCOLO DE MONTREAL
Octogésima cuarta Reunión
Montreal, 16-20 de diciembre de 2019

**ASPECTOS CLAVE RELACIONADOS CON LAS TECNOLOGÍAS DE CONTROL DEL HFC-
23 COMO SUBPRODUCTO: MÉXICO (DECISIÓN 83/67)**

Antecedentes

1. En la 79ª reunión, el Comité Ejecutivo evaluó, entre otras, posibles opciones de costo eficiente para compensar a plantas duales de producción de HCFC-22 con vistas a facilitar el cumplimiento de las obligaciones de control del subproducto HFC-23 previstas en la Enmienda de Kigali (decisión 79/47 c)).
2. En la 83ª reunión, el Comité Ejecutivo evaluó una solicitud de preparación de proyecto presentada por la ONUDI como parte de su programa de trabajo para 2019 y relativa al control de emisiones del subproducto HFC-23 en el sector producción de HCFC en México. Tras abordar el tema en un grupo de contacto, el Comité Ejecutivo resolvió (decisión 83/67):
 - a) Aprobar 55.000 \$EUA más gastos de apoyo de 3.850 \$EUA para que la ONUDI, a nombre del Gobierno de México, presente a la 84ª reunión una propuesta de opciones que permitan a dicho país cumplir con la obligación de controlar el subproducto HFC-23 contraída en la Enmienda de Kigali, en especial antecedentes sobre costos y beneficios y que abarque la factibilidad técnica, viabilidad económica, los créditos que el país podría recibir a futuro y los aspectos logísticos, legales y transaccionales de las siguientes opciones:
 - i) Reponer en servicio los incineradores in situ integrado y no integrado de la planta dual de producción de HCFC-22 que opera la empresa Quimobásicos, sobre la base de tres presupuestos independientes de los costos y ahorros de cada una, en especial respecto de la operación del incinerador, del cumplimiento de las normas sobre residuos peligrosos y de supervisar y verificar la destrucción del subproducto HFC-23;
 - ii) Abastecer la demanda interna con HCFC-22 importado, comparando precios nacionales e internacionales;

- iii) Destruir el subproducto HFC-23 con tecnologías de transformación irreversible y otras nuevas opciones de conversión y acopio;
 - iv) Enviar el HFC-23 a destrucción ex situ con tecnología aprobada por la Reunión de las Partes;
 - v) Optimizar la producción de HCFC-22 a fin de reducir la generación del subproducto HFC-23;
 - vi) Vender HFC-23 como insumo o adaptar la planta para usarlo en la producción de HCFC-22;
- b) Solicitar a la ONUDI presentar a la 84ª reunión antecedentes sobre la relación entre el control de las emisiones del subproducto HFC-23 en el país y las contribuciones determinadas a nivel nacional por el Gobierno de México en virtud del Acuerdo de París;
 - c) Solicitar a la Secretaría presentar a la 84ª reunión un análisis de cada propuesta de opciones, en especial de los antecedentes que se entreguen en virtud de los incisos a) y b) anteriores;
 - d) Abordar en la 84ª reunión los criterios de financiamiento de actividades relativas a la obligación de cumplimiento de los países del artículo 5 respecto del control de las emisiones del subproducto HFC-23; y
 - e) Solicitar a la ONUDI reintegrar a la 86ª reunión todo saldo remanente del financiamiento aprobado en el inciso a) anterior.

Alcance del documento

3. Conforme a lo dispuesto en la decisión 83/67, la ONUDI ha propuesto a nombre del Gobierno de México un conjunto de opciones para controlar y eliminar las emisiones de HFC-23 generadas en la empresa Quimobásicos, a un costo total de 9.669.876 \$EUA más gastos de apoyo de 676.891 \$EUA, según lo originalmente solicitado.¹

4. El presente documento consta de las siguientes dos partes:

- I: Propuesta de proyecto para México
Describe la propuesta, seis opciones para el control de las emisiones de HFC-23 y las observaciones de la Secretaría.
- II: Resumen de políticas relativas al control de emisiones del subproducto HFC-23 en México.² Para facilitar el análisis de la propuesta, se resumen aquí las siguientes materias de relevancia para el proyecto: admisibilidad del subproducto HFC-23 derivado de exportaciones de HCFC-22 a países no acogidos al artículo 5; bases de la producción de HCFC-22 a considerar para la determinación de los sobrecostos de operación; plazo durante el cual se financiará el control de emisiones del subproducto HFC-23; admisibilidad de los sistemas auxiliares para el control de las emisiones del subproducto HFC-23; nivel de gastos de apoyo, y tasa de generación del subproducto. El documento presenta además una conclusión y una recomendación.

¹ Nota del 9 de septiembre de 2019 de la Secretaría de Medio Ambiente de México a la ONUDI.

² En conformidad con la decisión 83/67 d), el documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/84/70 presenta políticas relativas a la obligación de cumplimiento de países del artículo 5 sobre el control de emisiones del subproducto HFC-23.

5. El documento consta además de los siguientes dos Anexos:

- Anexo I Descripción de dos opciones identificadas por la secretaría que permitirían minimizar las emisiones del subproducto HFC-23.
- Anexo II Costo de las opciones 1 y 4 (contenidas en la propuesta) y de las opciones A y B (propuestas por la Secretaría) para el control de las emisiones del subproducto HFC-23.

6. Dado que la propuesta de la ONUDI contiene información que se estima de carácter reservado, el presente documento sintetiza sus contenidos y presenta las observaciones de la Secretaría. Los miembros del Comité Ejecutivo que deseen conocer estos materiales los pueden solicitar a la Secretaría, en el entendido de que la información y datos que contienen son únicamente a los fines de evaluar el proyecto y no serán divulgados a terceros.

I PROPUESTA DE PROYECTO

Descripción

7. La propuesta de la ONUDI presenta opciones que permitirían al Gobierno de México controlar las emisiones del subproducto HFC-23 generadas en las líneas de producción de HCFC-22 de la empresa Quimobásicos.

Producción y consumo de HCFC-22

8. Para el año 2018, el Gobierno de México informa un consumo de 321.07 toneladas PAO de HCFC (72% menor a la base de comparación) con un 51% de HCFC-22, y una producción de HCFC-22 (como insumo y para usos controlados) de 424.47 toneladas PAO. El Cuadro 1 muestra el consumo y producción de HCFC en el período 2014-2018.

Cuadro 1. Consumo y producción de HCFC en México, tons. PAO (datos del artículo 7, 2014-2018)

HCFC-22	2014	2015	2016	2017	2018	Base de comparación
Consumo	271.32	245.75	254.96	258.18	162.93	467.8
Producción*	506.77	260.09	262.51	328.09	424.47	**

* Total para usos controlados y como insumo.

** La base de comparación para usos controlados es de 697 toneladas PAO. La producción para usos controlados en 2018 fue un 74% menor a la base de comparación considerada para fines de cumplimiento.

9. Las importaciones de HCFC-22 siguen disminuyendo; el consumo cayó en un 23% entre 2017 y 2018 y la producción estuvo dominada por las exportaciones. En 2018 Quimobásicos produjo 7.718 tm (424.47 tons. PAO) de HCFC-22, de las cuales 5.619 tm (309.05 tons. PAO) se exportaron como insumo a países no acogidos al artículo 5 (73% de la producción total), 665 tm (36.58 tons. PAO) se exportaron para uso consuntivo a países del artículo 5, y 1.433 tm (78.82 tons. PAO) se consumieron dentro del país.

La empresa

10. Quimobásicos es el único productor de HCFC del país; su propiedad es 51% nacional y 49% no acogida al artículo 5. La empresa produce HCFC-22 e importa y vende gases para uso como refrigerantes, propelentes, agentes espumantes y en otras aplicaciones con y sin emisiones a mercados de México, América Latina, América del Norte y Asia.

11. La empresa posee dos líneas de producción de HCFC-22 (1 y 2), cada con una capacidad cercana a las 10.000 toneladas métricas (tm) (550 tons. PAO) anuales. La línea 1 está actualmente operativa pero

la línea 2 está paralizada desde 2015. La última vez que la empresa operó ambas líneas fue en 2012 y la última vez que la producción superó la capacidad de una sola línea fue en 2011.

12. Entre el 14 de junio de 2006 y el 31 de diciembre de 2012, Quimobásicos participó en un proyecto de destrucción de emisiones de HFC-23 patrocinado por el Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL).³ Para estos fines, en 2006 la empresa adquirió una unidad usada de destrucción con arco de plasma que integró a la línea 1. En 2008 Quimobásicos adquirió una segunda unidad de destrucción a fin de prevenir descargas a la atmósfera en caso de que la unidad 1 saliera temporalmente de servicio. La unidad 2 no está integrada a ninguna de las dos líneas de producción, sino que es un equipo autónomo que se usa esporádicamente para destruir gases fluorados como un negocio aparte. La unidad 2 se utilizó por última vez en 2015 para destruir 74 toneladas de refrigerantes, entre ellos CFC y HCFC, como parte de un proyecto piloto financiado por el Fondo Multilateral.⁴ Quimobásicos opera además una planta destinada exclusivamente a tratar los efluentes generados por las unidades de destrucción con arco de plasma.

13. Previo al proyecto descrito, Quimobásicos había presentado al MDL una propuesta para destruir HFC-23 en una planta de tratamiento de desechos peligrosos ubicada en Texas, Estados Unidos de América, iniciativa que puso en marcha de forma voluntaria el 1º de enero de 2006, adelantándose a la aprobación del MDL. El proyecto, sin embargo, debió cancelarse seis meses después por no poderse aceptar propuestas de destrucción de HFC-23 en un país que no ha firmado el Protocolo de Kioto. Los créditos de reducción de emisiones asociados fueron verificados por Det Norske Veritas y TÜV, entidades que otorgaron certificados por 727.841⁵ y 255.707 créditos, respectivamente.⁶

14. Quimobásicos actualmente descarga a la atmósfera la totalidad del HFC-23 que genera como subproducto. La empresa ha adoptado medidas para disminuir la tasa de generación desde un máximo de 2,55% a un mínimo de 1.30%. En 2018, la tasa de generación fue de 1,67%.⁷

Propuesta de opciones

15. Conforme a lo dispuesto en la decisión 83/67, la ONUDI presentó las siguientes seis opciones para el control de las emisiones del subproducto HFC-23:

- | | |
|----------|---|
| Opción 1 | Reponer en servicio los incineradores in situ integrado y no integrado; |
| Opción 2 | Abastecer la demanda interna con HCFC-22 importado; |
| Opción 3 | Destruir el subproducto HFC-23 con tecnologías de transformación irreversible y otras nuevas opciones de conversión y acopio; |
| Opción 4 | Enviar el HFC-23 a destrucción ex situ con tecnología aprobada por la Reunión de las Partes; |

³ El proyecto permitió a Quimobásicos generar créditos de carbono por un total de 13.593.573 tm-CO₂eq. A razón de 5 \$EUA/tm CO₂, ello representó un ingreso cercano a los 68 millones de \$EUA.

⁴ Informe final recogido en el documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/80/12.

⁵ A diferencia de los créditos de carbono generados por los proyectos MDL, los créditos de reducción de emisiones se pueden transar en los mercados voluntarios del carbono.

⁶ Parte de los créditos de reducción de emisiones verificados por TÜV incluyeron la destrucción in situ iniciada previo a la aprobación del proyecto.

⁷ Los desechos se componen de 85% HFC-23, 5% HCFC-22 y 10% gases no condensables, en su mayoría aire. Dado que las sustancias que no se pueden separar del HFC-23 son destruidas conjuntamente, la tasa efectiva de generación del subproducto fluctuó entre un máximo de 3,0% y un mínimo de 1,52%. La tasa en 2018 ascendió al 1,96%.

- Opción 5 Optimizar la producción de HCFC-22 a fin de reducir la generación del subproducto HFC-23; o
- Opción 6 Vender HFC-23 como insumo o adaptar la planta para usarlo en la producción de HCFC-22.

16. El análisis de las opciones que muestra el Cuadro 2 se basa en la producción de HCFC-22 proyectada para 2019-2030 en base a las cifras de 2018, las tendencias de mercado y las ventas estimadas para 2019.

Cuadro 2. Producción proyectada de HCFC-22, por uso (tm)

Uso	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Consumo interno	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	1.700	1.360	952	571	75
Exportación a país art. 5	1.200	1.504	1.504	1.354	1.218	1.096	987	839	671	470	282	50
Exportación fuera art. 5	6.813	8.505	10.695	11.191	11.710	12.255	12.825	13.424	14.052	14.710	15.401	16.124
Total	10.013	12.008	14.199	14.544	14.928	15.351	15.812	15.963	16.083	16.132	16.253	16.250
Porcentaje art. 5	32	29	25	23	22	20	19	16	13	9	5	1

17. A continuación se resumen las seis opciones planteadas en la propuesta.

Opción 1: Reponer en servicio los incineradores in situ integrado y no integrado

18. Aunque la unidad 1 está integrada a la línea 1, la conexión a la salida de HFC-23 se clausuró en 2013. La unidad ha estado paralizada y sin mantenimiento desde entonces, por lo que volver a ponerla en marcha exigiría un completo reacondicionamiento. La unidad 2 no está integrada a ninguna de las líneas de producción, pero se podría conectar en un plazo relativamente corto. La unidad está sin uso desde 2015 y su puesta en marcha también exigiría un reacondicionamiento.

19. La ONUDI pediría los equipos, repuestos y servicios necesarios para reponer en servicio las dos unidades de destrucción con arco de plasma, permitiendo a Quimobásicos operar la planta de HCFC-22 e incinerar de forma continua los desechos de HFC-23. Esta opción incluye el costo de reacondicionar las unidades de destrucción, los costos fijos y variables de operar las unidades, el costo de reacondicionar la planta de tratamiento de efluentes, y los costos de supervisar y verificar la destrucción del subproducto HFC-23.

20. Conforme a lo dispuesto en la decisión 83/67 a) i), la ONUDI intentó obtener tres presupuestos para el reacondicionamiento de las unidades de destrucción con arco de plasma. Sin embargo, las unidades utilizan tecnología patentada de propiedad de Plascon y los principales equipos son fabricados a pedido, por lo que el único proveedor en condiciones de ofrecer los servicios y repuestos necesarios fue Plascon.⁸ La empresa evaluó el estado de ambas unidades y determinó las obras a realizar a fin de reacondicionarlas y reponerlas en servicio durante al menos diez años de operación continua, según se indica en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Costos de capital de reacondicionar las unidades 1 y 2 (\$EUA)

Descripción	Unidad 1	Unidad 2
Efluentes líquidos (tren alcalino) del tanque de enfriamiento	66.904	14.000
Suministro de NaOH (hidróxido de sodio) desde tanque de soda cáustica	107.605	36.268
Suministro de vapor o recipiente vaporizador	6.860	3.500
Agua de enfriamiento o desionizada	19.798	8.000
Ensamblaje de la antorcha	65.000	65.000
Componentes eléctricos, incluyendo controles	244.652	341.472

⁸ El presupuesto e informe confidencial de Plascon quedan a disposición de los miembros del Comité Ejecutivo que así lo soliciten.

Descripción	Unidad 1	Unidad 2
Equipos adicionales y mano de obra	89.510	13.860
Mantenimiento de la torre de enfriamiento	0	1.185
Subtotal	600.329	483.285
Total		1.083.614

21. Se pidieron repuestos para 10 años de operación de una sola unidad, sin incluir insumos tales como la antorcha, consignada como parte de los costos variables (sobrecostos de operación). También se estimó el costo de reparar y reacondicionar la planta de tratamiento de efluentes, según se indica en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Costos de capital - repuestos y reacondicionamiento, planta de tratamiento de efluentes (\$EUA)

Descripción	Costo
Repuestos para operación hasta el año 2030	
Recambio de medidor de HFC-23 en 2025	21.344
Recambio de controlador DSC-800 en 2027	47.200
Recambio de cable de potencia antorcha en 2029	33.500
Recambio de fuente de poder en 2030	247.500
Subtotal	349.544
Planta de tratamiento de efluentes	
Reacondicionamiento planta de tratamiento de efluentes	154.551
Total	504.095

22. Los sobrecostos de capital totales de la opción 1 ascienden a 1.746.480 \$EUA, cifra consistente en 1.083.614 para reacondicionamiento de las unidades 1 y 2, 349.544 \$EUA para los repuestos que se necesitarán en 2025-2030, 154.551 \$EUA para reacondicionar la planta de tratamiento de efluentes, y 10% para imprevistos (por un total de 158.771 \$EUA).

23. La ONUDI estimó los sobrecostos de operación sobre la base de la producción proyectada, la tasa de generación de HFC-23 en 2018 y el costo estimativo de operar las unidades de destrucción según datos del MDL. El consumo promedio en 2006-2012 de soda cáustica, vapor, argón, agua potable, agua desionizada, electricidad, cal y antorchas de repuesto se calculó por tonelada de HFC-23 destruido; los costos variables se determinaron como el producto del HFC-23 por destruir, el consumo unitario de cada elemento y su precio en el 2019. Los sueldos y salarios, servicios eléctricos, seguros y fianzas, mantenimiento, supervisión y otros costos se estimaron en base a los datos históricos del período 2006-2012, elevados a precios de 2019. La ONUDI estimó que reacondicionar las unidades de destrucción con arco de plasma exigiría de seis a nueve meses, por lo que los sobrecostos de operación para 2020 se calcularon para seis meses; durante los primeros seis meses del año el subproducto El HFC-23 se descargaría a la atmósfera. Sobre esa base, el total de los sobrecostos de operación para el período 2020-2030 asciende a 16,78 millones de \$EUA, según se muestra en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Sobrecostos de operación de la destrucción de HFC-23 en el período 2020-2030 (\$EUA)

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Producción de HCFC-22 (tm)	12.008	14.199	14.544	14.928	15.351	15.812	15.963	16.083	16.132	16.253	16.250
HFC-23 (tm)*	117.92**	278.87	285.65	293.19	301.49	310.55	313.51	315.87	316.83	319.22	319.14
Costos variables de la unidad de destrucción (\$EUA/kg)											
Costos variables	3.95	3.96	3.97	3.97	3.97	3.98	3.99	3.99	4.00	4.00	4.00
Costos fijos de la unidad de destrucción (1.000 \$EUA)											
Sueldos y salarios	83.63	83.63	83.63	83.63	83.63	83.63	83.63	83.63	83.63	83.63	83.63
Servicios eléctricos	4.13	4.13	4.13	4.13	4.13	4.13	4.13	4.13	4.13	4.13	4.13
Seguros y fianzas	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Mantenimiento	241	241	241	241	241	241	241	241	241	241	241

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Supervisión	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
Otros	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Costos fijos	197.67**	395	395	395	395	395	395	395	395	395	395
Costos totales (1.000 \$EUA)											
Costos variables	466.22**	1.104.70	1.132.68	1.163.07	1.197.31	1.236.60	1.251.30	1.261.86	1.266.33	1.275.88	1.275.58
Costos fijos	197.67**	395.35	395.35	395.35	395.35	395.35	442.55	395.35	395.35	395.35	395.35
Total	663.89**	1.500.05	1.528.03	1.558.42	1.592.66	1.631.95	1.646.65	1.657.21	1.661.68	1.671.23	1.670.93

* Compuesto por 85% HFC-23, 5% HCFC-22 y 10% aire no condensable. El HCFC-22 y el aire se destruyen al mismo tiempo por no poderse separar del HFC-23.

**Sólo para seis meses, dado que la inversión termina en los primeros seis meses después de aprobado el proyecto. Durante este tiempo se descargarán a la atmósfera 100 tm de HFC-23.

24. El costo total de la opción 1 asciende a 18.529.168 \$EUA, según lo originalmente solicitado. Tras dar cuenta del 49% de propiedad no acogida al artículo 5, el costo total para el Fondo Multilateral ascendería a 9.449.876 \$EUA.

Opción 2: Abastecer la demanda interna con HCFC-22 importado

25. Entre 2016 y 2018, los precios del producto importado y neto a granel aumentaron año a año; el producto envasado se mantuvo constante. Quimobásicos produce HCFC-22 de alta calidad, en tanto que los refrigerantes de baja calidad tienen en México una limitada participación de mercado. El suministro de HCFC-22 que ofrecen los cuatro principales importadores se está viendo limitado por la mayor importación de productos de diversa calidad y distintos orígenes. El precio del HCFC-22 informado en el informe de ejecución del programa país de México es considerablemente mayor al precio internacional; otro tanto ocurre con los precios de venta de Quimobásicos en el mercado nacional.

26. Según Quimobásicos, sus costos de producción siempre han sido competitivos, en parte porque adquiere fluoruro de hidrógeno anhidro (FHA) en el país y cloroformo a proveedores regionales. La empresa estima que no sería económicamente viable limitarse a importar HCFC-22 por las siguientes razones: pérdida de posicionamiento y participación de mercado, cancelación y/o renegociación de contratos con proveedores de materia prima con quienes existe una larga relación comercial, y cierre de plantas y despido de trabajadores especializados, lo que a su vez generaría tensión social. Además, pasar de productor a importador toma tiempo y tendría efectos negativos para la economía del país.

27. Por las razones señaladas, el Gobierno de México y Quimobásicos consideran impracticable la opción 2.

Opción 3: Destruir el subproducto HFC-23 por medio de transformación irreversible y otras nuevas tecnologías de conversión y acopio

28. La ONUDI no logró identificar tecnologías de transformación irreversible o de conversión viables y posibles de implementar en el plazo disponible.

Opción 4: Enviar el HFC-23 a destrucción ex situ con tecnología aprobada por la Reunión de las Partes

29. La ONUDI basó esta propuesta en la destrucción voluntaria de HFC-23 que Quimobásicos efectuó en 2006 en un horno rotativo ubicado en Port Arthur, Texas, Estados Unidos de América,⁹ ciudad distante unos 950 km de Quimobásicos y a la cual un camión puede llegar en un día. Esta colaboración tuvo buenos resultados y no se registraron grandes problemas desde el punto de vista normativo, logístico, técnico, de eficiencia de la destrucción o comercial.

⁹ El horno rotativo es una instalación autorizada de destrucción de desechos peligrosos que cuenta con los permisos necesarios para destruir HFC-23 en los Estados Unidos de América.

30. La planta de desechos peligrosos confirmó su interés en participar en la destrucción del HFC-23 generado por Quimobásicos, a un costo de 4.00 \$EUA/kg de material compuesto por 85% HFC-23, 5% HCFC-22 y 10% no condensables (principalmente aire y CO₂). Los costos de flete son ventajosos y la simplicidad de la logística y la experiencia previa operan a favor de esta opción respecto de otras plantas extranjeras. En México no existe este tipo de plantas.

31. La destrucción ex situ demandaría reacondicionar la unidad Polaris de separación criogénica, deteriorada y sin uso desde 2006, o bien alquilar o adquirir contenedores de transporte tipo tubo y comprar un vaporizador móvil para alimentar HFC-23 al horno rotativo bajo condiciones controladas. Se necesitaría además un tanque criogénico en caso de demoras durante el transporte o la destrucción ex situ.

32. La unidad Polaris de separación criogénica es un equipo especializado, por lo que sólo se proporciona el presupuesto del fabricante. También se entrega un único presupuesto para la compra de un tanque criogénico, el que sería despachado desde Texas, Estados Unidos de América, de doce a quince semanas después de recibirse el pedido. La ONUDI estima que reparar la unidad criogénica Polaris y la compra e instalación en el horno rotativo del vaporizador móvil tomarían de seis a nueve meses. El Cuadro 6 muestra los costos de capital de la opción 4.

Cuadro 6. Costos de capital de la opción 4 - destrucción ex situ de HFC-23

Descripción	Costo (\$EUA)
Reparación e instalación de condensador criogénico	304.337
Tanque criogénico de 11.000 galones, doble placa, serpentín recondensador de enfriamiento y placa interior de acero inoxidable	212.658
Equipos para horno rotativo en EE.UU. (plataforma de descarga, tanque, instrumentación, calentador) según especificaciones	429.541
Costo de capital total	946.536

33. El Cuadro 7 muestra los costos de destrucción ex situ en el período para el cual se solicita financiamiento (2020-2030). El total asciende a 21,19 millones de \$EUA.

Cuadro 7. Costos de destrucción ex situ, 2020-2030 (\$EUA)

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Producción de HCFC-22 (tm)	12.008	14.199	14.544	14.928	15.351	15.812	15.963	16.083	16.132	16.253	16.250
HFC-23 (tm)*	118**	279	286	293	301	311	314	316	317	319	319
Costos variables de destrucción ex situ (\$EUA/tm)											
Nitrógeno***	528	528	528	528	528	528	528	528	528	528	528
Electricidad***	37	38	38	38	39	40	42	42	42	42	42
Flete	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440
Destrucción ex situ	4.744	4.744	4.744	4.744	4.744	4.744	4.744	4.744	4.744	4.744	4.744
Aduanas	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
Total	5.791	5.792	5.792	5.792	5.793	5.794	5.795	5.796	5.796	5.796	5.796
Costos fijos de destrucción ex situ (1.000 \$EUA)											
Sueldos y salarios	21	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
Seguros y fianzas	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Mantenimiento	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
Supervisión	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Arriendo remolque tubos	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79	79
Total	134	268									
Costo total de destrucción (1.000 \$EUA)											
Costos variables	683**	1.615	1.655	1.698	1.747	1.799	1.817	1.831	1.836	1.850	1.850
Costos fijos	134**	268	268	268	268	268	268	268	268	268	268
Total	817**	1.883	1.923	1.966	2.015	2.068	2.085	2.099	2.104	2.118	2.118

* Compuesto por 85% HFC-23, 5% HCFC-22 y 10% aire no condensable. El HCFC-22 y el aire se destruyen al mismo tiempo por no poderse separar del HFC-23.

** Sólo para seis meses, dado que la inversión termina en los primeros seis meses después de aprobado el proyecto. Durante este tiempo se descargarán a la atmósfera 100 tm de HFC-23.

***Para la unidad Polaris de separación criogénica.

34. Sumando los costos de capital, el costo total de la opción 4 asciende a 22.135.738 \$EUA. Tras dar cuenta del 49% de propiedad no acogida al artículo 5, el costo total para el Fondo Multilateral ascendería a 1.289.226 \$EUA.

Opción 5: Optimizar la producción de HCFC-22 a fin de reducir la generación del subproducto HFC-23

35. En los últimos 17 años la tasa de generación de HFC-23 ha fluctuado entre 1,52 y 3,00%. Esta tasa se correlaciona (marginalmente) con el volumen de producción, donde a menor producción tiende a haber una menor tasa de generación. No obstante, si la menor producción es resultado de menos días de operación pero con un alto nivel de producción, la tasa de generación puede ser mayor. Más aún, el número de paralizaciones y vueltas a poner en marcha de la planta también incide en la tasa de generación: a mayor número de paralizaciones y puestas en marcha, mayor tasa de generación.

36. Entre las medidas adicionales para reducir el volumen de HFC-23 se destacan mejorar el diseño de las columnas de destilación del producto, lo que mejoraría la separación de HCFC-22 de los desechos y por ende reduciría el volumen de material destruido, y mejorar los conectores para bidones y cambiar las válvulas automáticas en los puntos de llenado de HCFC-22 a fin de reducir las pérdidas de relleno.

37. Al respecto, la ONUDI propuso:

- a) Disminuir la producción de 30 a 25 toneladas diarias. Atendida la producción proyectada, esto demandaría adelantar la operación de la segunda línea en unos 50 días a fin de abastecer los pedidos del año. El sobre costo de esta medida serían los costos fijos diarios multiplicados por los días de operación adicional. En base a la producción proyectada para 2020-2024, a partir de 2025 al menos una línea de producción debiese operar a plena capacidad para abastecer la demanda;
- b) Cambiar las columnas de destilación del producto por otras de mayor diámetro y relleno más eficiente. En conjunto con mejores condiciones operativas, esto reduciría en un 62,5% la concentración de HCFC-22 en el HFC-23 (el que quedaría compuesto por un 88% HFC-23, 2% HCFC-22 y 10% no condensables); y
- c) Mejorar los conectores para los bidones y cambiar las válvulas automáticas (por mejores sellos) en los puntos de llenado de HCFC-22 a fin de reducir las pérdidas de relleno.

38. Como se muestra en el Cuadro 8, la ONUDI estimó el costo de estas tres actividades en 713.625 \$EUA.

Cuadro 8. Costo de optimizar la producción de HCFC-22 para reducir la generación de HFC-23

Descripción	Costo (\$EUA)
Costo extra de operar segunda línea por 50 días adicionales en 2020-2024	364.125
Ingeniería	26.700
Nuevas columnas de destilación	213.500
Nuevo relleno para columnas de destilación	3.500
Obras civiles	15.000
Tuberías	15.000
Acero estructural	20.000
Conectores especiales en puntos de llenado	11.000
Válvulas automáticas	44.800
Total	713.625

39. El monto que se ahorraría en 2020-2030 con la implementación de estas medidas para disminuir el volumen de HFC-23 a destruir se estima en 1,5 millones de \$EUA.

Opción 6: Vender HFC-23 como insumo o adaptar la planta para usarlo en la producción de HCFC-22

40. El HFC-23 sirve como gas refrigerante de baja temperatura, como agente extintor de incendios y para el grabado de materiales de silicio en la industria de semiconductores. Todas estas aplicaciones generan emisiones. Quimobásicos, sin embargo, genera HFC-23 como desecho de la producción de HCFC-22 y no está equipada para llevar HFC-23 mezclado con HCFC-22 y gases no condensables al nivel de calidad que exigen las aplicaciones mencionadas. Su procesamiento y purificación tampoco se justificarían desde el punto de vista económico debido al bajo volumen de HFC-23 que se genera.

41. Algunos investigadores plantean que el HFC-23 se podría usar como agente de fluorometilación en agroquímicos, fármacos y otros posibles productos químicos especiales. Sin embargo, la información disponible indica que estas potenciales aplicaciones no están lo suficientemente desarrolladas ni han alcanzado escala comercial. Tampoco se esperan mayores cambios en un futuro próximo, debido a los riesgos y procesos de aprobación que deben superar las drogas y agroquímicos antes de ingresar al mercado. Otro obstáculo es que tomaría tiempo encontrar una empresa que pueda usar HFC-23, mientras que la obligación de control contemplada en la Enmienda de Kigali entra en vigor el 1° de enero de 2020. En consecuencia, la opción 6 no se considera factible.

Resumen de las seis opciones para reducir las emisiones del subproducto HFC-23

42. El Cuadro 9 presenta un resumen de las seis opciones consideradas en la propuesta.

Cuadro 9. Resumen de las seis opciones para reducir las emisiones del subproducto HFC-23

Opción	Descripción	Observaciones
1	Reponer en servicio los incineradores in situ integrado y no integrado	Costo total asciende a 18.529.168 \$EUA; considerando la propiedad nacional, el costo total para el Fondo asciende a 9.449.876 \$EUA
2	Abastecer la demanda interna con HCFC-22 importado	Impracticable. No es económicamente viable para Quimobásicos debido a la pérdida de posicionamiento y mercado, cancelación de contratos con proveedores, cierre de plantas y despido de trabajadores
3	Destruir el subproducto HFC-23 con tecnologías de transformación irreversible y otras nuevas opciones de conversión y acopio	Impracticable. No se pudieron identificar tecnologías de transformación irreversible o de conversión viables y posibles de implementar en el plazo disponible
4	Enviar HFC-23 a destrucción ex situ con tecnología aprobada por las Partes	Costo total asciende a 22.135.738 \$EUA; considerando la propiedad nacional, el costo total para el Fondo asciende a 11.289.226 \$EUA
5	Optimizar la producción de HCFC-22 a fin de reducir la generación del subproducto HFC-23	Costo de 713.625 \$EUA. Ahorro total en 2020-2030 se estima en 1,5 millones de \$EUA
6	Vender HFC-23 como insumo o adaptar la planta para usarlo en la producción de HCFC-22	Impracticable. Quimobásicos no está equipada para llevar HFC-23 mezclado con HCFC-22 y gases no condensables al nivel de calidad necesario; tampoco es económicamente factible dado el bajo volumen de HFC-23 generado

Sistema mexicano de comercio de emisiones

43. El Comité Ejecutivo solicitó a la ONUDI, entre otros, aportar datos sobre los créditos que el país podría recibir a futuro (decisión 83/67 a)). A partir del 1° de enero de 2020 entrará en vigor en México un sistema piloto de comercio de emisiones, el que sin embargo no contempla el HFC-23. No está claro si este sistema, el que funcionará a prueba durante dos años y entraría en régimen en 2023, aceptará créditos de carbono obtenidos por la destrucción de HFC-23. Es decir, cualquier financiamiento que el sistema de comercio de emisiones del país pudiese ofrecer para la destrucción de las emisiones del subproducto HFC-23, de haberlo, no estaría disponible sino hasta el año 2023.

44. Quimobásicos respalda esta iniciativa y espera que sirva de apoyo a la eliminación de emisiones del subproducto HFC-23, de ser posible. De hecho, la empresa ofrece prescindir de la asistencia del Fondo Multilateral una vez que el mercado local del carbono acepte la admisibilidad de las medidas de control del HFC-23 y su destrucción se haga económicamente viable.

Relación con las contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN) del Acuerdo de París

45. El Comité Ejecutivo solicitó a la ONUDI, entre otros, aportar datos sobre la relación entre el control de las emisiones del subproducto HFC-23 en el país y las CDN determinadas por el Gobierno de México en virtud del Acuerdo de París (decisión 83/67 b)). La ONUDI aclaró que México no considera acciones al respecto por estimar que la reducción de los HFC se financiará a través del Fondo Multilateral.

Selección de opciones y propuesta de Acuerdo

46. Sobre la base de las opciones presentadas por la ONUDI, Quimobásicos y el Gobierno de México escogieron la opción 1 como la más viable desde los puntos de vista técnico y económico. Aunque la opción 5 (optimizar la producción de HCFC-22) podría rendir mayores beneficios ambientales y ser más económica a largo plazo, esto demandaría una inversión inicial de 349.500 \$EUA y conlleva los riesgos propios de las soluciones tecnológicas que no están lo suficientemente desarrolladas.

47. La ONUDI propuso entregar financiamiento según un Acuerdo sujeto a resultados, bajo los siguientes principios y el cronograma que se muestra en el Cuadro 10:

- a) El costo de destrucción se convendría a la aprobación del Acuerdo;
- b) Habida cuenta de la propiedad de la empresa no acogida al artículo 5, el primer tramo constituiría el 51% del costo de capital y de los costos de destruir el volumen estimado de desechos de HFC-23 que se generen en 2020. Se solicitó además la suma de 40.000 \$EUA para la verificación independiente del control de emisiones en 2020 y 2021;
- c) En febrero de cada año del período 2021-2030, el volumen de HFC-23 destruido y/o descargado a la atmósfera en el año inmediatamente anterior se verificará de forma independiente, lo que se informará a la Secretaría para su conocimiento. El costo propuesto de dicha verificación ascendería a 20.000 \$EUA anuales a partir de 2022;
- d) No se solicitarán tramos en los años 2020 y 2021;
- e) En cada primera reunión del año en el período 2022-2030, el Comité Ejecutivo aprobaría el financiamiento para México en base al volumen verificado de HFC-23 destruido en el año inmediatamente anterior y el costo de destrucción acordado;
- f) Si la verificación revela descargas de HFC-23 a la atmósfera, se aplicará una multa equivalente a tres veces el costo de destrucción acordado, multiplicado por el volumen descargado a la atmósfera; y
- g) Quimobásicos prescindirá de la asistencia del Fondo Multilateral para el control de las emisiones de HFC-23 una vez que el mercado local del carbono acepte la admisibilidad de las medidas de control del HFC-23 y su destrucción se haga económicamente viable.

Cuadro 10. Financiamiento estimado (\$EUA) y cronograma propuesto

Año	Costo total	Costo admisible*	Verificación	Financiamiento solicitado
2019	2.060.827	1.051.022	40.000	1.091.022
2020	-	-		-
2021	-	-		-
2022	1.500.048	765.025	20.000	785.025
2023	1.528.029	779.295	20.000	799.295
2024	1.558.423	794.796	20.000	814.796
2025	1.592.660	812.257	20.000	832.257
2026	1.653.290	843.178	20.000	863.178
2027	1.693.846	863.862	20.000	883.862
2028	1.657.207	845.176	20.000	865.176
2029	1.661.680	847.457	20.000	867.457
2030	1.704.726	869.410	20.000	889.410
2031	1.918.431	978.400	-	978.400
Total	18.529.168	9.449.876	220.000	9.669.876

* Considerando un 49% de propiedad no acogida al artículo 5.

Observaciones de la Secretaría

48. La Secretaría analizó la propuesta de opciones para controlar el subproducto HFC-23 en la empresa Quimobásicos a la luz de las obligaciones de cumplimiento establecidas en la Enmienda de Kigali al Protocolo de Montreal; del impacto ambiental de las emisiones a la atmósfera del subproducto HFC-23 y de las opciones técnica y económicamente factibles para el logro de este objetivo.

49. Desde la adopción de la Enmienda de Kigali en 2016, la Secretaría ha adquirido experiencia en diversas materias relacionadas con la Enmienda a través, entre otros, de la elaboración de documentos de política solicitados por el Comité Ejecutivo, varios de ellos con el aporte técnico y económico de expertos de amplia experiencia en procesos productivos químicos; de la verificación de la planta de producción Frío Industrias Argentinas (FIASA) y de la propuesta de proyecto asociada que se presentó a la 83ª reunión, la que contenía un conjunto de alternativas para el control de las emisiones del subproducto HFC-23, incluyendo el cierre de la planta de HCFC-22; de la verificación de producción de Quimobásicos presentada como parte del PGEH de México, así como del análisis de la presente propuesta de proyecto presentada a la 84ª reunión.

50. Habida cuenta de que, hasta su eliminación en 2030, Quimobásicos continuará produciendo HCFC-22 para usos controlados a los niveles permitidos en el Protocolo de Montreal y como insumo a los niveles que demanden sus clientes, durante la totalidad del presente proceso de evaluación la Secretaría se hizo asesorar por un experto de reconocida calificación en materias técnicas y financieras en procesos productivos fluoroquímicos. Todas las propuestas técnicas y de costo realizadas a la ONUDI y que constan en el presente documento fueron extensamente estudiadas junto con el perito técnico de la Secretaría.

51. Considerando que todas las opciones propuestas por la ONUDI contemplan seguir descargando HFC-23 a la atmósfera durante un lapso de seis meses a partir del 1º de enero de 2020, que un kilo de HFC-23 descargado a la atmósfera equivale a 14.800 kg de CO₂, y que las emisiones de esta sustancia generada como subproducto de la producción de HCFC-22 de Quimobásicos ascenderán a cerca de 1.6 millones de tm CO₂.eq desde la presentación de la propuesta hasta que las opciones propuestas por la ONUDI se puedan implementar, la Secretaría sondeó la posibilidad de que Quimobásicos adoptase, con recursos propios y antes de la reunión del Comité Ejecutivo, medidas orientadas a reducir al mínimo las descargas a la atmósfera de HFC-23. No obstante, ni Quimobásicos ni el Gobierno disponían de

presupuesto para tales actividades; más aún, no estaba claro cuál de las opciones de control planteadas en la decisión 83/67 a) el Comité Ejecutivo podría escoger.

52. En consecuencia, y con el propósito de asistir al Gobierno de México en la labor de cumplir a la brevedad posible con las obligaciones que viene de adquirir en virtud de la Enmienda de Kigali, la Secretaría estudió la disponibilidad de opciones técnicamente factibles que permitieran minimizar las emisiones de HFC-23 a la atmósfera. El Cuadro 11 refiere brevemente las opciones identificadas por la Secretaría (A y B) que podrían cumplir con este objetivo; el detalle figura en el Anexo I al presente documento. El Cuadro 11 resume además el análisis de la Secretaría de las opciones in situ y ex situ (1 y 4) propuestas por la ONUDI. Los detalles se entregan a continuación.

Cuadro 11. Opciones para el control de las emisiones del subproducto HFC-23 en Quimobásicos

Opción/ Descripción	Ventajas	Desventajas
ONUDI: Reacondicionar ambas unidades de destrucción con arco de plasma y destruir in situ (opción 1)		
-Reacondicionar ambas unidades de destrucción con arco de plasma y destruir HFC-23 in situ	-Opción técnicamente solvente que utiliza los actuales equipos -Destrucción de todo el subproducto HFC-23 en cuanto se reacondicione cualquiera de las dos unidades -No requiere autorizaciones adicionales -No requiere modificar los parámetros productivos de Quimobásicos	- El HFC-23 se descargaría a la atmósfera hasta reacondicionar alguna de las unidades de destrucción (unos seis meses) -Costo mayor al de la opción ex situ propuesta por la ONUDI
ONUDI: Reacondicionar la unidad Polaris y destruir ex situ (opción 4)		
-Reacondicionar la unidad Polaris de separación criogénica -Instalar tanque criogénico -Arrendar tres remolques de tubos -Destruir HFC-23 ex situ	-Opción técnicamente solvente que utiliza los actuales equipos (unidad Polaris) -No requiere modificar los parámetros productivos de Quimobásicos	-El HFC-23 se descargaría a la atmósfera hasta reacondicionar la unidad Polaris (unos seis meses) -La destrucción ex situ exige autorizaciones de plazo incierto -No hay alternativa si la unidad Polaris falla o necesita mantenimiento
Destrucción ex situ de HFC-23, modificando el procesamiento de HCFC-22 (opción A)		
-Instalar bomba para transferir FHA desde ferrocarril a tanques de almacenamiento y filtro de agua en los tanques para evitar que los gases no condensables se separen del flujo de HFC-23 -Instalar unidad y tanque de licuefacción criogénica de gases industriales -Arrendar tres remolques de tubos	-La destrucción de HFC-23 puede empezar en cuanto se instalen los sistema criogénico y de transferencia, lleguen los remolques de tubos y se obtenga la autorización para destruir ex situ -Permite destrucción de HFC-23 en menos de seis meses - Es la opción de menor costo evaluada por la Secretaría	-Requiere modificar los parámetros productivos de Quimobásicos, lo que la empresa no acepta - La destrucción ex situ exige autorizaciones de plazo incierto -Riesgo de emisiones menores de HFC-23 en caso de tener que descargar pequeñas cantidades de aire antes de la destrucción -Potenciales pérdidas menores de FHA que no han sido cuantificadas
Destrucción ex situ y cambio a in situ una vez reacondicionada la unidad de destrucción, modificando el procesamiento de HCFC-22 (opción B)		
- Instalar bomba para transferir FHA desde ferrocarril a tanques de almacenamiento y filtro de agua en los tanques para evitar que los gases no condensables se separen del flujo de HFC-23	- La destrucción de HFC-23 puede empezar en cuanto se instalen los sistema criogénico y de transferencia, lleguen los remolques de tubos y se obtenga la autorización para destruir ex situ	-Requiere modificar los parámetros productivos de Quimobásicos, lo que la empresa no acepta - La destrucción ex situ exige autorizaciones de plazo incierto -Riesgo de emisiones menores de

Opción/ Descripción	Ventajas	Desventajas
- Instalar unidad y tanque de licuefacción criogénica de gases industriales -Arrendar tres remolques de tubos para destrucción ex situ (un año) -Reacondicionar una unidad de destrucción, iniciando destrucción in situ una vez que esté operativa	- Permite destrucción ex situ de HFC-23 en menos de seis meses -Permite destrucción in situ una vez reacondicionada la unidad de destrucción	HFC-23 en caso de tener que descargar pequeñas cantidades de aire antes de la destrucción -Exigiría destrucción ex situ durante mantenimiento y servicio de la unidad de destrucción -Es la opción de mayor costo evaluada por la Secretaría -Potenciales pérdidas menores de FHA que no han sido cuantificadas

Observaciones a la opción 1 (reacondicionar ambas unidades de destrucción con arco de plasma y destruir in situ)

53. La opción 1 involucra reacondicionar ambas unidades. La totalidad del HFC-23 se destruye in situ salvo los primeros seis meses de 2020, en que se descargará a la atmósfera.

54. Los costos de reacondicionar las unidades 1 y 2 se consideraron según lo originalmente solicitado, con los siguientes ajustes menores:

- a) La decisión 83/67 a) i) solicitó a la ONUDI, entre otros, proporcionar tres presupuestos independientes para el costo de reponer en funcionamiento el incinerador in situ. Si bien solamente el propietario de la tecnología habría podido entregar un presupuesto para los equipos especializados que necesitan las unidades de destrucción con arco de plasma, ese no es el caso para los siguientes equipos industriales estándar: bombas y sus repuestos, reparación de metales mellados, tanque de hidróxido de sodio, medidores, válvulas, tanques, tuberías, analizadores de pH, compresor de aire y computador de escritorio. Por concepto de estos elementos se aplicó una reducción del 20%;
- b) El informe y presupuesto confidencial de Plascon no menciona diversos elementos que no quedan claros (p. ej., bomba y flujómetro de agua ionizada), respecto de los cuales se aplicó una reducción del 50%; a otros no mencionados en el cuerpo del informe (p. ej., motor de partida, rotámetro de agua, etc.) se les aplicó una reducción del 20%; y
- c) Se solicitaron 50.000 \$EUA para asesoría técnica en la puesta en marcha de las unidades 1 y 2. Esto se racionalizó a 25.000 \$EUA por unidad de destrucción.

55. Se recibió únicamente un presupuesto para reacondicionar la planta que limpia el efluente generado por las unidades de destrucción. De acuerdo con el método aplicado más arriba, se aplicó una reducción del 20% a los costos originalmente solicitados, arrojando un total de 123.641 \$EUA.

56. Los repuestos para operar la unidad de destrucción en 2025-2030 se consideraron igualmente al valor originalmente solicitado, salvo una reducción del 20% en el precio del medidor de HFC-23 a cambiar en 2025, costo sobre cuya admisibilidad la Secretaría solicita además la orientación del Comité Ejecutivo.

57. Los costos operativos de la opción 1 se calcularon sobre las siguientes bases:

- a) Nivel de producción de HCFC-22 y tasa de generación del subproducto en 2018;
- b) El precio de las materias primas, del subproducto y de los servicios básicos, así como los factores de consumo, se consideraron según lo originalmente solicitado;

- c) El mantenimiento y los sueldos y salarios se consideraron según lo originalmente solicitado; y
- d) Los costos de supervisión y otros se fijaron en 10.000 \$EUA/año.

58. Según la presentación, los costos de operación para 2020 asumían seis meses de funcionamiento de la unidad de destrucción (y seis meses de descarga a la atmósfera de HFC-23).

59. La ONUDI solicitó 20.000 \$EUA/año para la verificación independiente. Si el Comité Ejecutivo desea considerar este gasto como parte de los costos del proyecto,¹⁰ la Secretaría recomienda tomar en cuenta los 12.500 \$EUA/año para verificar la producción de HCFC previamente aprobados en la etapa II del PGEH de México para el período 2020-2022. De acuerdo a ello, los costos de verificación independiente para el período 2020-2030 ascenderían a 182.500 \$EUA.

60. En el Cuadro 12 se comparan los costos de la opción 1 según la solicitud original y el planteamiento de la Secretaría.

Cuadro 12. Análisis comparativo de los costos de la opción 1 (reacondicionar ambas unidades de destrucción) (\$EUA)

Descripción	Secretaría	ONUDI	Diferencia
Reacondicionamiento unidad 1	529.633	600.329	(70.696)
Reacondicionamiento unidad 2	438.630	483.285	(44.655)
Costos de capital unidad de destrucción en 2025-2030 (1 unidad)*	345.275	349.544	(4.269)
Reacondicionamiento planta de tratamiento de efluentes	123.641	154.551	(30.910)
Subtotal sobrecostos de capital	1.437.179	1.587.709	(150.530)
Sobrecostos de operación para destrucción in situ durante 11 años***	9.820.932	16.782.690	(6.961.758)
Sobrecostos de capital + sobrecostos de operación	11.258.111	18.370.399	(7.112.288)
Imprevistos	143.718	158.771	(15.053)
Subtotal	11.401.829	18.529.170	(7.127.341)
51% propiedad artículo 5	5.814.933	9.449.877	(3.634.944)
Verificación independiente****	182.500	220.000	(37.500)
Total****	5.997.433	9.669.877	(3.672.444)
HFC-23 destruido (tm)	1.353	2.696	(1.343)
Relación costo-beneficio (RCB) (\$EUA/kg)	4.43	3.59	

* Comité Ejecutivo determinará extensión del financiamiento.

** Asume seis meses de destrucción in situ en 2020.

*** Comité Ejecutivo determinará si los costos de verificación constituyen gastos del proyecto o de apoyo.

**** Comité Ejecutivo determinará la admisibilidad del HFC-23 asociado a exportaciones a países no acogidos al artículo 5.

61. La ONUDI estuvo en desacuerdo con los costos propuestos por la Secretaría aunque destacó que en esta opción no sería necesario licitar la adquisición, lo que reduciría el tiempo necesario para adjudicar el contrato; aun así, el reacondicionamiento de las unidades de destrucción requerirá alrededor de seis meses. Otra ventaja de esta opción es que sólo habría una parte contratante.

62. La Secretaría también consideró la posibilidad de reacondicionar sólo una unidad de destrucción y dejar como reserva la unidad Polaris de separación criogénica, la que sería reacondicionada, y un tanque criogénico, que habría que comprar. El HFC-23 se seguiría descargando a la atmósfera hasta que la unidad Polaris sea reacondicionada (tiempo estimado en seis meses). En sobrecostos de capital, esta opción costaría 12.638 \$EUA menos que la opción 1, pero los costos de operación y mantenimiento de la unidad Polaris elevan el total levemente por sobre la opción 4, por lo que esta opción fue descartada.

63. Reacondicionar solamente una unidad de destrucción aportaría una capacidad de destrucción más que suficiente para los actuales niveles de producción de HCFC-22, para los proyectados hasta el 2030 y

¹⁰ Sobre gastos de apoyo y la inclusión de costos de verificación, véase el documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/84/70.

para la capacidad de 60 kg/hr de las unidades de destrucción. No obstante, la Secretaría también consideró admisible reacondicionar la segunda unidad, dada la necesidad de contar con un respaldo cuando la unidad principal entre en mantenimiento o servicio. La admisibilidad de los equipos auxiliares se trata en mayor detalle en el documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/84/70.

Observaciones sobre la opción 4 (reacondicionar la unidad Polaris, destruir ex situ)

64. Esta opción involucra reacondicionar la unidad Polaris de separación criogénica, comprar un tanque criogénico, arrendar tres remolques de tubos y destruir ex situ. Dada la presencia de aire en los desechos, el HFC-23 sólo se podrá transferir al remolque de tubos o al tanque criogénico después de reacondicionar la unidad Polaris, proceso que debiese tomar unos seis meses, tiempo durante el cual el HFC-23 se descargaría a la atmósfera.

65. Los costos de reacondicionar la unidad Polaris (304.337 \$EUA) y de comprar el tanque criogénico (212.658 \$EUA) se consideraron según lo originalmente solicitado.

66. El horno rotativo situado en los Estados Unidos de América cuenta con el equipamiento necesario para procesar refrigerantes; no hay nada que indique que se necesitaría equipamiento adicional ni confirmación de que haya destruido HFC-23 desde 2006 a esta parte. En consecuencia, la plataforma de descarga no se puede agregar a los sobrecostos; más aún, la empresa es de propiedad no acogida al artículo 5 y por ende no es admisible.

67. Tanto los costos de destrucción (4.00 \$EUA/kg de desecho) y los costos fijos de destrucción ex situ (sueldos y salarios, seguros y fianzas, mantenimiento, supervisión, arrendamiento de remolque de tubos) se consideraron según lo originalmente solicitado. El volumen de desechos de HFC-23 a destruir se determinó en base al nivel de producción de HCFC-22 y la tasa de generación del subproducto en 2018, habida cuenta de la remoción de gases no condensables de la unidad Polaris y la destrucción de HFC-23 durante seis meses en 2020. Según se muestra en el Cuadro 13, esto arrojó un costo total de destrucción de 10.195.651 \$EUA en el período 2020-2030.

Cuadro 13. Análisis comparativo de costos de la opción 4 (reacondicionar unidad Polaris, comprar tanque criogénico, destruir ex situ) (\$EUA)

Descripción	Secretaría	ONUDI	Diferencia
Reparación e instalación de unidad criogénica Polaris	304.337	304.337	0
Tanque criogénico + instalación + equipos auxiliares	212.658	212.658	0
Plataforma de descarga para horno rotativo en EE.UU.	0	424.541	(424.541)
Subtotal sobrecostos de capital	516.995	941.536	(424.541)
Destrucción ex situ durante 11 años ^{*,**}	10.195.651	21.194.202	(10.998.551)
Subtotal	10.712.646	22.135.738	(11.423.092)
51% propiedad artículo 5	5.463.449	11.289.226	(5.825.777)
Verificación independiente ^{***}	182.500	220.000	(37.500)
Costo total****	5.645.949	11.509.226	(5.863.277)
HFC-23 destruido (tm)	1.353	2.696	(1.343)
RCB (\$EUA/kg)	4.17	4.27	

* Comité Ejecutivo determinará extensión del financiamiento.

** Asume seis meses de destrucción in situ en 2020.

*** Comité Ejecutivo determinará si los costos de verificación constituyen gastos del proyecto o de apoyo.

**** Comité Ejecutivo determinará la admisibilidad del HFC-23 asociado a exportaciones a países no acogidos al artículo 5.

68. La ONUDI discrepó de los costos propuestos por la Secretaría, señalando que el horno rotativo en cuestión efectivamente necesita una plataforma de descarga. Como se señala en el Anexo I, la ONUDI cuestionó además que las autorizaciones necesarias para la destrucción ex situ se pudieran tramitar en menos de nueve meses.

69. A los niveles de producción de HCFC-22 de 2018, un tanque criogénico de 11.000 galones (41,6 m³) proporcionaría más de tres meses de almacenamiento. Es decir, bastaría con un tanque de tamaño –y costo– considerablemente menores y dos remolques de tubos (vs. los tres solicitados). No obstante, la evaluación de la Secretaría consideró admisibles los equipos solicitados, dada la necesidad de contar con un respaldo para ocasiones en que la destrucción ex situ se pueda ver retrasada. La admisibilidad de los equipos auxiliares se aborda en más detalle en el documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/84/70.

70. En la presente reunión, el Comité Ejecutivo está considerando además un proyecto de control de emisiones del subproducto HFC-23 en la empresa FIASA que incluye la opción de cerrar la planta de producción de HCFC-22.¹¹ FIASA posee un tanque criogénico¹² que Quimobásicos podría usar. Dada la normativa argentina, no está claro si las trazas de HFC-23 que pudieran quedar en el tanque podrían impedir su exportación; tampoco se sabe si FIASA cerrará o seguirá operando. Por ende, esta opción fue descartada.

Optimizar la producción de HCFC-22 a fin de reducir la generación del subproducto HFC-23

71. Con arreglo al informe presentado a la 81^a reunión,¹³ la ONUDI propuso mejorar las columnas de destilación para potenciar la separación de HCFC-22 del subproducto HFC-23. Según concluye el informe, el ahorro de implementar esta medida sería mayor a la inversión necesaria; la Secretaría, sin embargo, no evaluó el plazo de amortización. Cualquier medida relativa a reducir las pérdidas de relleno de HCFC-22 tiene sentido económico, independientemente del control de HFC-23.

Financiamiento sujeto a resultados

72. La ONUDI propuso un Acuerdo de financiamiento sujeto a resultados según el cual, en cada año entre 2022 y 2030, el Fondo Multilateral otorgaría financiamiento en base al volumen real de HFC-23 destruido, multiplicado por el costo de destrucción acordado. Con este método, si se produce menos HCFC-22 de lo proyectado el financiamiento bajaría, y viceversa. El Comité Ejecutivo no ha recurrido jamás a este método, dado que podría generar incertidumbre en cuanto a las obligaciones financieras futuras y dificultar la planificación administrativa y el cálculo de la reposición de recursos del Fondo.

73. La Secretaría propone utilizar un método acorde con la decisión contenida en el párrafo 32 b) del documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/16/20; es decir, que los costos se determinen en base al año o promedio de los tres años anteriores a la elaboración del proyecto. Para Quimobásicos el último año es el más ventajoso, por lo que la Secretaría lo usó como base para determinar el máximo nivel de compensación posible.

Sistema mexicano de comercio de emisiones

74. La Secretaría no tiene claro si el sistema de comercio de emisiones que pondrá en marcha México contempla requisitos de adicionalidad¹⁴ similares al caso del MDL. En consecuencia, si desea asegurar el uso de financiamiento con arreglo al sistema de comercio de emisiones, el Comité Ejecutivo podrá estimar oportuno especificar que el Fondo Multilateral dejará de otorgar financiamiento una vez que el sistema entre en funciones y se confirme que aceptará créditos por eliminación de HFC-23.

¹¹ UNEP/OzL.Pro/ExCom/84/71.

¹² Con una presión máxima de trabajo de 23 bar, superior a lo que solicita Quimobásicos. La temperatura de trabajo llega a un máximo de -196 °C, nivel mucho menor a la temperatura a la cual operaría el tanque.

¹³ UNEP/OzL.Pro/ExCom/81/54.

¹⁴ En un proyecto MDL, una actividad se considera adicional si reduce las emisiones antropogénicas de GEI a un nivel menor al que se habría producido en ausencia de la actividad (decisión 3/CMP.1 de las Partes del Protocolo de Kioto).

Relación con las contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN) del Acuerdo de París

75. La Secretaría no tiene claro si la reducción de emisiones del subproducto HFC-23 no financiada por el Fondo Multilateral se considerará como parte de las CDN del país, incluyendo la asociada a la propiedad de Quimobásicos no acogida al artículo 5 y, si así lo decidiera el Comité Ejecutivo, aquella asociada a exportaciones a países no acogidos al artículo 5 o que tenga lugar después de extinguido el plazo del financiamiento.

II POLÍTICAS DE CONTROL DE EMISIONES DEL SUBPRODUCTO HFC-23 EN MÉXICO

76. Conforme a lo dispuesto en la decisión 83/67 d), en el documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/84/70 se exponen las políticas relativas a las obligaciones de cumplimiento de países del artículo 5 respecto del control de las emisiones del subproducto HFC-23. Para facilitar el análisis del Comité Ejecutivo, se identifican aquí las políticas relevantes al caso de México. El Anexo II al presente documento resume los costos de las opciones 1 y 4 (ONUDI) y A y B (Secretaría) en base a las políticas indicadas más abajo.

Admisibilidad del subproducto HFC-23 derivado de exportaciones de HCFC-22 a países no acogidos al artículo 5

77. La Secretaría solicita la orientación del Comité Ejecutivo respecto de la admisibilidad en el marco del Fondo Multilateral de las emisiones del subproducto HFC-23 generadas por la producción de HCFC-22 para exportación a países no acogidos al artículo 5. La Secretaría presenta a la consideración del Comité dos opciones, haciendo notar que podrá optar por una de las dos, por una opción intermedia o por una opción totalmente diferente:

- a) Considerar admisible todo subproducto HFC-23, independientemente de si el HCFC-22 que lo genere se exporta a países no acogidos al artículo 5, y
- b) Descontar la fracción del subproducto HFC-23 asociado a HCFC-22 que se exporte a países no acogidos al artículo 5. En el caso de Quimobásicos, esa deducción sería del 72,8%.

78. El Gobierno de México estuvo en desacuerdo con la segunda opción.

Bases para la producción de HCFC-22 a utilizar en la determinación de los sobrecostos de operación

79. Al igual que en el análisis del proyecto HFC-23 en Argentina, la Secretaría consideró el año o promedio de los tres años anteriores a la elaboración del proyecto como base para la producción de HCFC-22, seleccionando el más favorable para la empresa, conforme a la decisión contenida en el párrafo 32 b) del documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/16/20. La base que utilizó la ONUDI fue su proyección de la producción de HCFC-22.

Plazo durante el cual se otorgará financiamiento

80. Los miembros del Comité Ejecutivo han expresado distintos puntos de vista sobre el lapso de tiempo durante el cual se debiese financiar el control de las emisiones del subproducto HFC-23.

81. Quimobásicos no tiene contemplado cerrar la producción de HCFC-22 antes de 2030, por lo que se solicitó financiamiento para controlar las emisiones del subproducto HFC-23 entre el 2020 y el 2030. En el caso de FIASA, la Secretaría pudo presentar presupuestos a suma alzada en función del número de años durante los cuales se otorgará financiamiento. Para el caso de Quimobásicos, el Anexo II presenta

los costos anuales de controlar el HFC-23 hasta el 2030 a fin de que el Comité Ejecutivo determine los sobrecostos admisibles en base al plazo durante el cual se financiará el control de emisiones del subproducto HFC-23.

82. La Secretaría pidió confirmar que no se pedirá financiamiento adicional para los fines de cumplir con la obligación de controlar el subproducto HFC-23, incluso si la producción de HCFC-22 se extiende más allá de 2030. La ONUDI aclaró que el Gobierno de México es de la opinión de que el Fondo Multilateral es el mecanismo financiero acordado para la ejecución de la Enmienda de Kigali, la que no permite emisiones del subproducto HFC-23 después del 2030. En consecuencia, el Gobierno consideró que cualquier financiamiento posterior a 2030 debía ser decidido por las Partes y regulado por el Comité Ejecutivo en una etapa posterior, agregando que cesaría de solicitar asistencia económica del Fondo para la destrucción de HFC-23 una vez que el mercado local del carbono acepte la admisibilidad de las medidas de control del HFC-23 y su destrucción se haga económicamente viable.

Admisibilidad de los sistemas auxiliares para el control de las emisiones del subproducto HFC-23

83. El Comité Ejecutivo podrá estimar oportuno aclarar que la implementación de un sistema auxiliar de destrucción del subproducto HFC-23 (reacondicionar la segunda unidad de arco de plasma para la opción de destrucción in situ, y los tres remolques de tubos y el tanque criogénico de 11.000 galones para la opción de destrucción ex situ) es factible y por ende admisible.

Nivel de gastos de apoyo

84. El Comité Ejecutivo podrá estimar oportuno orientar respecto del adecuado nivel de gastos de apoyo para proyectos de control del subproducto HFC-23 en países del artículo 5; respecto de si la verificación independiente se debiese considerar gasto de apoyo o costo del proyecto, y respecto de si los gastos de apoyo debiesen variar según si la destrucción se realiza in situ o ex situ.

Tasa de generación del subproducto

85. La ONUDI determinó los costos de controlar el subproducto HFC-23 en base a la tasa de generación en 2018 (1,96%). Al respecto, la Secretaría recordó que otro país del artículo 5 había informado que la tasa de generación del subproducto bajaba con el correr del tiempo. La Secretaría también recordó las inquietudes expresadas por algunos miembros del Comité Ejecutivo en cuanto al potencial de generar incentivos perversos. Recordando asimismo que la empresa mexicana ha logrado reducir la tasa de generación, la Secretaría incluye en el Anexo II una opción adicional en base al 1,52%, la tasa mínima de generación registrada en los tres años anteriores a la elaboración del proyecto. También se podrá considerar una tasa de generación que disminuya con el tiempo y similares estrategias.

86. La ONUDI indicó que la tasa de generación del subproducto fluctúa de año en año según factores que no siempre la empresa podrá controlar. Más aún, toda medida para reducir la tasa de generación del subproducto tiene un costo que debe ser considerado.

Conclusión

87. Pese a la excelente colaboración de la ONUDI, del Gobierno de México y de Quimobásicos, la Secretaría no está en condiciones de recomendar una opción ni de proponer un costo acordado, dado que ambas materias dependerán de las políticas que el Comité Ejecutivo decida aplicar. Habida cuenta de la incertidumbre que ello podría generar y de los beneficios climáticos que conlleva aprobar un proyecto en la presente reunión, en el Anexo II se presentan cada opción y costo. Está también disponible un modelo en caso de que el Comité decidiera hacer ajustes a cualquiera de las opciones presentadas a la reunión.

Recomendación

88. El Comité Ejecutivo podrá estimar oportuno:
- a) Tomar nota de los aspectos clave relacionados con las tecnologías de control del HFC-23 como subproducto: México (decisión 83/67) recogidos en el presente documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/84/72; y
 - b) Considerar la asistencia técnica y económica que desea otorgar al Gobierno de México a los fines de facilitar el cumplimiento con las obligaciones de control del subproducto HFC-23 contraídas en la Enmienda de Kigali al Protocolo de Montreal, a la luz de los antecedentes contenidos en el presente documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/84/72 y de las políticas en tal sentido planteadas en el documento UNEP/OzL.Pro/ExCom/84/70.

Anexo I

DESCRIPCIÓN DE DOS OPCIONES IDENTIFICADAS POR LA SECRETARÍA QUE PERMITIRÍAN MINIMIZAR LAS EMISIONES DEL SUBPRODUCTO HFC-23

1. Con el fin de asistir al Gobierno de México en la tarea de cumplir al más breve plazo posible con las metas especificadas en la Enmienda de Kigali y reducir al mínimo el volumen de HFC-23 que se emita a la atmósfera después del 1° de enero de 2020, la Secretaría efectuó una revisión documental de los proyectos de control del HFC-23 llevados a cabo por el Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL), consultó a expertos del sector y se hizo asesorar por un perito independiente a fin de determinar las opciones técnicamente factibles que podrían reducir el tiempo necesario para controlar las emisiones del subproducto HFC-23.

Consideraciones técnicas

2. El HFC-23 generado en Quimobásicos contiene alrededor de un 10% de aire no condensable. El aire ingresa al proceso productivo debido a su uso en el trasiego de fluoruro de hidrógeno anhidro (FHA) desde carros de ferrocarril al tanque de almacenamiento. El aire seco se usa a una presión de 2.5 bar. Es la presencia de aire lo que impide una implementación más rápida de las medidas de control, dado que el HFC-23 debe ser conducido por tuberías directamente a la unidad de destrucción con arco de plasma; en caso contrario, el aire se debe separar con un equipo especializado (como la unidad Polaris de separación criogénica). En ambos casos, reacondicionar los equipos necesarios tomaría alrededor de seis meses.

3. Dada su composición, a 10 bar de presión el HFC-23 se debe enfriar a unos -115 °C para removerlo completamente antes de descargar el aire a la atmósfera. Aunque una mayor temperatura (p. ej., -40°C, lo que se puede lograr con equipos de condensación de venta en el comercio) igualmente separa el HFC-23 del aire, la relativamente alta concentración de aire en el flujo reduce la eficacia de la separación, lo que se traduciría en la descarga a la atmósfera de HFC-23 mezclado con aire.

4. El aire no cumple ningún propósito en la producción de HCFC-22, aunque tampoco la impide. El FHA, por su parte, cuesta unas tres veces más que el cloroformo, lo que lo convierte en el insumo de mayor costo para la producción de HCFC-22. En consecuencia, a la fecha Quimobásicos no ha tenido un incentivo económico para remover el aire.

Posibles opciones

5. La forma más rápida y económica de reducir al mínimo las emisiones de HFC-23 a la atmósfera sería no usar aire a presión para trasegar FHA desde el ferrocarril a los tanques de almacenamiento, y utilizar en su lugar una bomba industrial para sustancias químicas (bomba multietapas de unos 30 m³/h de capacidad, con accionamiento magnético sin sellos mecánicos, plástico Kynar, impulsor encapsulado y bujes de carbono para uso con FHA), como es la práctica habitual en la industria. Los desechos de HFC-23, que de esta forma pasarían a estar compuestos por 94% HFC-23 y 6% HCFC-22, se podrían destruir ex situ durante todo el proyecto (opción A) o hasta que se reacondicione la unidad de destrucción con arco de plasma (opción B), momento en que se daría inicio a la destrucción in situ.

6. Cabe destacar, sin embargo, que no es posible evitar totalmente el uso de gases secos tales como el nitrógeno del aire. Los vagones de transporte de FHA, por razones obvias de seguridad, comúnmente tienen salida sólo por arriba. Este tipo de vagón tiene comúnmente una válvula de acceso al espacio libre y otra conectada a una cañería sumergida que permite extraer el contenido en forma líquida. En tal caso, la práctica habitual es impulsar el FHA al tanque de almacenamiento a través de la introducción de aire seco (o nitrógeno seco) en el espacio libre, lo que fuerza la salida del FHA por la cañería. Más aún, es preferible operar los tanques de almacenamiento a una presión ligeramente mayor a la atmosférica a fin de minimizar el riesgo de ingreso de aire húmedo al tanque de almacenamiento e impedir la formación de

ácido fluorhídrico. En consecuencia, se podría usar aire seco a una presión de 0.5 bar (vs. los 2.5 bar que Quimobásicos usa actualmente), parte del cual podría ser soluble en FHA. Para su remoción, la Secretaría recomendaría instalar en el tanque de FHA un filtro de agua a través del cual el excedente de aire se pueda descargar a la atmósfera.

Opción A

7. Esta opción asume que la bomba de FHA y filtro de agua se adquieran e instalen en tres meses; que los remolques de tubos se alquilen y reciban en dos meses; que los permisos necesarios para la destrucción ex situ se tramiten en dos a tres meses y que el tanque criogénico se entregue e instale en tres a cuatro meses. Se asume que durante los primeros tres meses de 2020 el HFC-23 será descargado a la atmósfera.

Costos de la opción A

8. Una bomba industrial de FHA con sus tuberías, válvulas, circuito de recirculación, soportes, diseño y obras civiles tiene un costo estimado de 100.000 \$EUA. El filtro de agua con instalación, tuberías, válvulas, diseño y obras civiles tiene un costo estimado de 50.000 \$EUA. Ambos productos son de venta común en el comercio y están en existencia.

9. La Secretaría encontró en el comercio una unidad de licuefacción criogénica de gases industriales¹ que cuesta 143.667 \$EUA y se podría despachar en tres meses. El tanque criogénico, la instalación y los equipos auxiliares se consideran a 212.658 \$EUA, según la solicitud original. Al cierre del presente documento, el consultor independiente intentaba ubicar una unidad de licuefacción criogénica de gases industriales y un tanque criogénico (nuevo o usado) que se puedan despachar de forma inmediata. De estar disponibles, esta información será actualizada durante la 84^a reunión.

10. La Plataforma de descarga para horno rotativo en EE.UU. no se considera como sobrecosto ni es admisible por ser de propiedad no acogida al artículo 5. Los costos de destrucción se consideraron a razón de 4 \$EUA/kg (HFC-23 compuesto por 94,4% HFC-23 y 5,6% HCFC-22). Los costos de operar la unidad de condensación criogénica se asumieron comparables a los de la unidad Polaris. Los costos fijos de destrucción ex situ (sueldos y salarios, seguros y fianzas, mantenimiento, supervisión, arrendamiento de remolque de tubos) se consideraron según lo originalmente solicitado, si bien los costos para 2020 se asumieron por nueve meses (vs. seis en la propuesta). El volumen de HFC-23 por destruir se determinó en base al nivel de producción de HCFC-22 y la tasa de generación del subproducto en 2018, por nueve meses de destrucción en 2020 (vs. seis en la propuesta), lo que arrojó un costo total de 10.300.556 \$EUA para el período 2020-2030. Como muestra el Cuadro 1, tras tomar en cuenta la propiedad no acogida al artículo 5, el costo total de la opción A asciende a 5.719.832 \$EUA.

Cuadro 1. Opción A (bomba de transferencia de FHA, unidad comercial de licuefacción y destrucción ex situ durante todo el proyecto)

Descripción	Costo (\$EUA)
Bomba industrial de FHA (bomba multietapas de unos 30 m ³ /h capacidad); incluye tuberías, válvulas, circuito de recirculación, soportes, diseño y obras civiles	100.000
Filtro de agua para tanque de FHA, con instalación, tuberías, válvulas, diseño y obras civiles	50.000
Compra de unidad de licuefacción criogénica	143.667
Tanque criogénico + instalación + equipos auxiliares	212.658
Plataforma de descarga para horno rotativo en EE.UU.	-
Subtotal sobrecostos de capital	506.325
Destrucción ex situ durante 11 años ^{***}	10.300.556
Imprevistos	50.632
Subtotal	10.857.513

¹ Sterling Cryogenics SPC-1.

Descripción	Costo (\$EUA)
51% propiedad artículo 5	5.537.332
Verificación independiente ^{**} , ^{***}	182.500
Costo total^{****}	5.719.832
HFC-23 destruido (tm)	1.385
Relación costo-beneficio (RCB) (\$EUA/kg)	4.13

* Asume once meses de destrucción en 2020.

** Comité Ejecutivo determinará extensión del financiamiento.

*** Comité Ejecutivo determinará si los costos de verificación constituyen gastos del proyecto o de apoyo.

**** Comité Ejecutivo determinará la admisibilidad del HFC-23 asociado a exportaciones a países no acogidos al artículo 5.

Opción B

11. Similar a la opción A, excepto que el HFC-23 será destruido ex situ mientras se reacondiciona la unidad 2; hecho esto, comenzaría la destrucción in situ. Esta opción asume descarga a la atmósfera de HFC-23 durante los primeros tres meses de 2020.

Costos de la opción B

12. Los mismos que para la opción A respecto de la bomba de FHA, filtro de agua, unidad de licuefacción y tanque criogénico. Los costos de reacondicionar las unidades de destrucción son todos los mismos que para la opción 1, salvo que se reacondicionaría solamente la unidad 2. Se asume destrucción ex situ durante tres meses (abril-junio de 2020), después de lo cual comenzaría la destrucción in situ. Los costos de destrucción ex situ para esos tres meses, calculados al igual que en la opción A, ascienden a 420.155 \$EUA; en ese lapso se destruirían 8.95 tm adicionales de HFC-23 (con una RCB de 3,17 \$EUA/mtCO₂e). Los costos de destrucción in situ son los mismos que para la opción 4 después de dar cuenta de la remoción de aire del HFC-23, arrojando un costo adicional de 9.190.201 \$EUA. El costo total de la opción B asciende a 5.876.963 \$EUA, según muestra el Cuadro 2.

Cuadro 2. Opción B (bomba de transferencia de FHA, unidad comercial de licuefacción, destrucción ex situ por cinco meses, destrucción in situ en lo sucesivo)

Descripción	Costo (\$EUA)
Reacondicionamiento unidad 2	438.630
Costo de capital unidad de destrucción con arco de plasma en 2025-2030*	345.275
Reacondicionamiento planta de tratamiento de efluentes	123.641
Bomba industrial de FHA (bomba multietapas de unos 30 m ³ /h capacidad); incluye tuberías, válvulas, circuito de recirculación, soportes, diseño y obras civiles	100.000
Filtro de agua para tanque de FHA, con instalación, tuberías, válvulas, diseño y obras civiles	50.000
Compra de unidad de licuefacción criogénica	143.667
Tanque criogénico + instalación + equipos auxiliares	212.658
Plataforma de descarga para horno rotativo en EE.UU.	0
Subtotal sobrecostos de capital	1.413.871
Sobrecostos de operación para destrucción in situ durante 11 años ^{**}	9.190.201
Destrucción ex situ durante tres meses	420.155
Sobrecostos de capital + sobrecostos de operación + 3 meses de destrucción ex situ	11.024.227
Imprevistos	141.387
Subtotal	11.165.614
51% propiedad artículo 5	5.694.463
Verificación independiente ^{**} , ^{***}	182.500
Costo total^{****}	5.876.963
HFC-23 destruido (tm)	1.385
RCB (\$EUA/kg)	4.24

* Comité Ejecutivo determinará extensión del financiamiento.

** Asume seis meses de destrucción in situ en 2020.

*** Comité Ejecutivo determinará si los costos de verificación constituyen gastos del proyecto o de apoyo.

**** Comité Ejecutivo determinará la admisibilidad del HFC-23 asociado a exportaciones a países no acogidos al artículo 5.

Consideraciones adicionales

13. La Secretaría entiende que el uso de una bomba es la práctica habitual en la industria para la transferencia de FHA a tanques de almacenamiento. Durante el tiempo en que Frío Industrias Argentinas (FIASA) destruyó HFC-23 como parte del proyecto MDL, pudo almacenar HFC-23 en un tanque criogénico in situ antes de su destrucción, sin necesidad de equipos especializados para separar los gases no condensables. Asimismo, la Secretaría conoce varios otros proyectos del MDL en que se destruyó HFC-23 utilizando tanques de almacenamiento.² La Secretaría también examinó los datos consignados en informes de supervisión presentados al MDL y, de quince proyectos analizados, Quimobásicos fue el único participante que invariablemente reportaba un nivel de pureza de HFC-23 inferior al 90%.³ Sólo dos empresas (Quimobásicos y FIASA) reportaron invariablemente una pureza menor al 95%; la mayoría reportó una pureza igual o superior al 98%, lo que parece indicar que la práctica de utilizar aire para trasegar FHA puede ser específica a Quimobásicos.

14. La ONUDI enfatizó que las dos opciones propuestas por la Secretaría eran teóricas y que tanto el Gobierno como Quimobásicos discrepaban de su factibilidad. En particular, la ONUDI indicó que:

- a) Conseguir los permisos necesarios para la destrucción ex situ tomaría de seis a nueve meses;
- b) No es posible arrendar remolques de tubos por un año (opción B); reducir el plazo de arrendamiento a cinco años incrementaría el precio a 2.400 \$EUA/mes por remolque, y los remolques se fabrican a pedido, por lo que su entrega demandaría seis meses; y
- c) Dado que su actual proceso de producción de HCFC-22 funciona correctamente, Quimobásicos no está dispuesta a alterar sus parámetros de operación debido a los considerables riesgos que de ello se podrían derivar. Más aún, harían falta un estudio de ingeniería, pruebas industriales y permisos de parte de autoridades ambientales y de seguridad industrial, lo que tomaría aún más tiempo. Además, el cambio de proceso podría generar pérdidas de FHA, una materia prima de alto costo.

15. La Secretaría está consciente de que toda modificación en los procesos productivos de una planta química se debe evaluar cuidadosamente y entiende la inquietud de Quimobásicos. Como señala la ONUDI, harán falta pruebas industriales y permisos de parte de autoridades ambientales y de seguridad industrial; al cierre del presente documento, la Secretaría no tiene claro cuánto tiempo demandarían estos trámites o cuáles se pueden hacer en paralelo y cuáles en orden consecutivo.

16. La ONUDI indicó además que la obtención de los permisos necesarios para la destrucción ex situ tomaría de seis a nueve meses; sin embargo, al cierre del presente documento, se mantenían varias incertezas. En particular, no está claro si el HFC-23 que Quimobásicos exportó en 2006 fue en forma de sustancias o de desechos peligrosos; tampoco si bajo la normativa actual los desechos de HFC-23 se considerarían peligrosos; ni el tiempo que tomaría obtener los permisos necesarios para los casos en que el HFC-23 se considere peligroso y no peligroso. En caso de que el Gobierno de México determine que el HFC-23 es un desecho peligroso, la aprobación regulatoria para su exportación se fundamentaría en el principio de eliminar los desechos lo más cerca posible de su fuente de origen. Tampoco está claro si el Gobierno tomaría en consideración que actualmente no existen en México plantas de destrucción autorizadas. En la opción B, la destrucción pasaría de ex situ a in situ apenas se termine de reacondicionar una unidad de destrucción. En consecuencia, podría ser posible que la exportación de HFC-23 para su

² Véase, por ejemplo, https://cdm.unfccc.int/filestorage/C/7/1/C71S3S0NXMHFZ9VBQJ0NOXOE0DRHA/SRF_PDD_Oct15%20ver5%20clean.pdf?t=MzB8cTE0cjJ4fDBzYGIjWAbvrSZPMOcDd4mD y https://cdm.unfccc.int/filestorage/Q/8/X/Q8XZHDIMLNY2BEJFT0VAC3SPG47KUW/1867%20PDD_after%20cor.r.pdf?t=UmF8cTE0cjRmfDDsNeLFwLGjkwi0duW24s5G

³ En 2012, último período informado, la empresa reportó desechos de HFC-23 con una pureza del 89,36%.

destrucción se aprobara únicamente para el período en que México no tenga tecnologías aprobadas de destrucción en funcionamiento.

17. En cuanto a la disponibilidad de los remolques de tubos, el consultor independiente ha identificado a un proveedor; sin embargo, al cierre del presente documento, no estaba claro si se podrían arrendar o habría que comprarlos (a 230.000 \$EUA c/u).

Anexo II

RESUMEN DE COSTOS DE LAS OPCIONES 1 Y 4 (ONUDI) Y
OPCIONES A Y B (SECRETARÍA)

Cuadro 1. ONUDI, opción 1. $w_{mix}=1,96\%$

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total
HCFC-22 (tm)	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	84.898
Sobrecostos de capital (\$EUA)	1.201.094					18.783		51.920		36.850	272.250	1.580.897
HFC-23 puro (tm)	64.4*	128.8	128.8	128.8	128.8	128.8	128.8	128.8	128.8	128.8	128.8	1.353
Sobrecostos de operación (\$EUA)	467.663	935.327	935.327	935.327	935.327	935.327	935.327	935.327	935.327	935.327	935.327	9.820.932
Costo total (\$EUA)	1.668.758	935.327	935.327	935.327	935.327	954.110	935.327	987.247	935.327	972.177	1.207.577	11.401.829
<i>51% artículo 5 (\$EUA)</i>	<i>851.066</i>	<i>477.017</i>	<i>477.017</i>	<i>477.017</i>	<i>477.017</i>	<i>486.596</i>	<i>477.017</i>	<i>503.496</i>	<i>477.017</i>	<i>495.810</i>	<i>615.864</i>	<i>5.814.933</i>
<i>Exportación fuera del art. 5 (\$EUA)</i>	<i>231.457</i>	<i>129.730</i>	<i>129.730</i>	<i>129.730</i>	<i>129.730</i>	<i>132.335</i>	<i>129.730</i>	<i>136.932</i>	<i>129.730</i>	<i>134.841</i>	<i>167.491</i>	<i>1.581.439</i>
Verificación (\$EUA)	7.500	7.500	7.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	182.500

* Asume seis meses de destrucción in situ durante 2020.

Cuadro 2. ONUDI, opción 1. $w_{mix}=1,52\%$

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total
HCFC-22 (tm)	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	84.898
Sobrecostos de capital (\$EUA)	1.201.094					18.783		51.920		36.850	272.250	1.580.897
HFC-23 puro (tm)	49.8*	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	1.046
Sobrecostos de operación (\$EUA)	399.611	799.222	799.222	799.222	799.222	799.222	799.222	799.222	799.222	799.222	799.222	8.391.830
Costo total (\$EUA)	1.600.705	799.222	799.222	799.222	799.222	818.005	799.222	851.142	799.222	836.072	1.071.472	9.972.727
<i>51% artículo 5 (\$EUA)</i>	<i>816.360</i>	<i>407.603</i>	<i>407.603</i>	<i>407.603</i>	<i>407.603</i>	<i>417.182</i>	<i>407.603</i>	<i>434.082</i>	<i>407.603</i>	<i>426.397</i>	<i>546.451</i>	<i>5.086.091</i>
<i>Exportación fuera del art. 5 (\$EUA)</i>	<i>222.019</i>	<i>110.852</i>	<i>110.852</i>	<i>110.852</i>	<i>110.852</i>	<i>113.458</i>	<i>110.852</i>	<i>118.054</i>	<i>110.852</i>	<i>115.964</i>	<i>148.614</i>	<i>1.383.222</i>
Verificación (\$EUA)	7.500	7.500	7.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	182.500

** Asume seis meses de destrucción in situ durante 2020.

Cuadro 3. ONUDI, opción 4. $w_{mix}=1,96\%$

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total
HCFC-22 (tm)	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	84.898
Sobrecostos de capital (\$EUA)	516.995											516.995
HFC-23 puro (tm)	64.4*	128.8	128.8	128.8	128.8	128.8	128.8	128.8	128.8	128.8	128.8	1.353
Sobrecostos de operación (\$EUA)	613.310	957.620	957.757	957.893	958.029	958.166	958.302	958.439	958.575	958.712	958.848	10.195.651
Costo total (\$EUA)	1.130.305	957.620	957.757	957.893	958.029	958.166	958.302	958.439	958.575	958.712	958.848	10.712.646
51% artículo 5 (\$EUA)	576.456	488.386	488.456	488.525	488.595	488.665	488.734	488.804	488.873	488.943	489.012	5.463.449
Exportación fuera del art. 5 (\$EUA)	156.774	132.822	132.841	132.860	132.879	132.898	132.917	132.936	132.955	132.974	132.993	1.485.849
Verificación (\$EUA)	7.500	7.500	7.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	182.500

* Asume seis meses de destrucción ex situ durante 2020.

Cuadro 4. ONUDI, opción 4. $w_{mix}=1,52\%$

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total
HCFC-22 (tm)	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	84.898
Sobrecostos de capital (\$EUA)	516.995											516.995
HFC-23 puro (tm)	49.8*	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	1.046
Sobrecostos de operación (\$EUA)	535.297	801.594	801.699	801.805	801.910	802.016	802.121	802.227	802.332	802.438	802.543	8.555.982
Costo total (\$EUA)	1.052.292	801.594	801.699	801.805	801.910	802.016	802.121	802.227	802.332	802.438	802.543	9.072.977
51% artículo 5 (\$EUA)	536.669	408.813	408.867	408.920	408.974	409.028	409.082	409.136	409.189	409.243	409.297	4.627.218
Exportación fuera del art. 5 (\$EUA)	145.953	111.181	111.196	111.211	111.225	111.240	111.255	111.269	111.284	111.298	111.313	1.258.426
Verificación (\$EUA)	7.500	7.500	7.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	182.500

* Asume seis meses de destrucción ex situ durante 2020.

Cuadro 5. Secretaría, opción A, $w_{mix}=1,96\%$

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total
HCFC-22 (tm)	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	84.898
Sobrecostos de capital (\$EUA)	556.958											556.958
HFC-23 puro (tm)	96.6*	128.8	128.8	128.8	128.8	128.8	128.8	128.8	128.8	128.8	128.8	1.385
Sobrecostos de operación (\$EUA)	718.215	957.620	957.757	957.893	958.029	958.166	958.302	958.439	958.575	958.712	958.848	10.300.556
Costo total (\$EUA)	1.275.173	957.620	957.757	957.893	958.029	958.166	958.302	958.439	958.575	958.712	958.848	10.857.513
51% artículo 5 (\$EUA)	650.338	488.386	488.456	488.525	488.595	488.665	488.734	488.804	488.873	488.943	489.012	5.537.332
Exportación fuera del art. 5 (\$EUA)	176.867	132.822	132.841	132.860	132.879	132.898	132.917	132.936	132.955	132.974	132.993	1.505.942
Verificación (\$EUA)	7.500	7.500	7.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	182.500

* Asume nueve meses de destrucción ex situ durante 2020.

Cuadro 6. Secretaría, opción A, $w_{mix}=1,52\%$

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total
HCFC-22 (tm)	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	84.898
Sobrecostos de capital (\$EUA)	556.958											556.958
HFC-23 puro (tm)	74.7*	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	1.071
Sobrecostos de operación (\$EUA)	668.445	801.594	801.699	801.805	801.910	802.016	802.121	802.227	802.332	802.438	802.543	8.689.130
Costo total (\$EUA)	1.225.403	801.594	801.699	801.805	801.910	802.016	802.121	802.227	802.332	802.438	802.543	9.246.088
51% artículo 5 (\$EUA)	624.955	408.813	408.867	408.920	408.974	409.028	409.082	409.136	409.189	409.243	409.297	4.715.505
Exportación fuera del art. 5 (\$EUA)	169.964	111.181	111.196	111.211	111.225	111.240	111.255	111.269	111.284	111.298	111.313	1.282.436
Verificación (\$EUA)	7.500	7.500	7.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	182.500

* Asume nueve meses de destrucción ex situ durante 2020.

Cuadro 7. Secretaría, opción B, $w_{mix}=1,96\%$

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total
HCFC-22 (tm)	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	84.898
Sobrecostos de capital (\$EUA)	1.175.456					18.783		51.920		36.850	272.250	1.555.258
HFC-23 puro (tm)	96.6*	128.8	128.8	128.8	128.8	128.8	128.8	128.8	128.8	128.8	128.8	1.385
Sobrecostos de operación (\$EUA)	857.784*	875.257	875.257	875.257	875.257	875.257	875.257	875.257	875.257	875.257	875.257	9.610.356
Costo total (\$EUA)	2.033.239	875.257	875.257	875.257	875.257	894.040	875.257	927.177	875.257	912.107	1.147.507	11.165.614
51% artículo 5 (\$EUA)	1.036.952	446.381	446.381	446.381	446.381	455.960	446.381	472.860	446.381	465.175	585.229	5.694.463
Exportación fuera del art. 5 (\$EUA)	282.011	121.399	121.399	121.399	121.399	124.004	121.399	128.600	121.399	126.510	159.160	1.548.676
Verificación (\$EUA)	7.500	7.500	7.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	182.500

* Asume tres meses de destrucción ex situ seguidos por nueve meses de destrucción in situ durante 2020.

Cuadro 8. Secretaría, opción B, $w_{mix}=1,52\%$

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total
HCFC-22 (tm)	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	7.718	84.898
Sobrecostos de capital (\$EUA)	1.175.456					18.783		51.920		36.850	272.250	1.555.258
HFC-23 puro (tm)	74.7*	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	99.7	1.071
Sobrecostos de operación (\$EUA)	796.536*	752.763	752.763	752.763	752.763	752.763	752.763	752.763	752.763	752.763	752.763	8.324.164
Costo total (\$EUA)	1.971.992	752.763	752.763	752.763	752.763	771.545	752.763	804.683	752.763	789.613	1.025.013	9.879.422
51% artículo 5 (\$EUA)	1.005.716	383.909	383.909	383.909	383.909	393.488	383.909	410.388	383.909	402.703	522.757	5.038.505
Exportación fuera del art. 5 (\$EUA)	273.516	104.409	104.409	104.409	104.409	107.014	104.409	111.610	104.409	109.520	142.170	1.370.280
Verificación (\$EUA)	7.500	7.500	7.500	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	182.500

* Asume tres meses de destrucción ex situ seguidos por nueve meses de destrucción in situ durante 2020.