



## Guía para la formulación de iniciativas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero para proyectos de sistemas de refrigeración y acondicionamiento del aire en el subsector de tiendas en Colombia



## REPÚBLICA DE COLOMBIA

### Presidente de la República

Gustavo Francisco Petro Urrego

### Vicepresidenta de la República

Francia Elena Márquez Mina

## MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

### Ministra de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Lena Yanina Estrada

### Viceministra de Ordenamiento Ambiental del Territorio

Lilia Tatiana Roa Avendaño

### Viceministro de Políticas y Normalización Ambiental

Mauricio Cabrera Leal

### Director (e) de Asuntos Ambientales Sectorial y Urbana

Jairo Orlando Hómez Sánchez

### UNIDAD TÉCNICA OZONO (UTO)

#### Coordinadora Nacional Proyecto UTO

Leydy María Suárez Orozco

#### Publicado por

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible  
Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit  
(GIZ) GmbH

Como empresa federal, la GIZ asiste al Gobierno de la República Federal de Alemania en su labor para alcanzar sus objetivos en el ámbito de la cooperación internacional para el desarrollo sostenible.

#### Domicilios de la sociedad

Bonn y Eschborn, Alemania

#### Desarrollado por

#### Programa Proklima

Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5

65760 Eschborn, Alemania

T +49 61 96 79-0

F +49 61 96 79-11 15

proklima@giz.de

[www.giz.de/proklima](http://www.giz.de/proklima)

#### Proyectos del programa Proklima

Una eliminación sostenible y respetuosa con el clima de las sustancias agotadoras de la capa de ozono (SPODS)

Green Cooling Initiative III

#### Responsables

Guntram Glasbrenner, Director del programa Proklima,  
[guntram.glasbrenner@giz.de](mailto:guntram.glasbrenner@giz.de)

Claudia Álvarez, Gerente de proyectos Proklima,  
[claudia.alvarez@giz.de](mailto:claudia.alvarez@giz.de)

#### Autores

José Luis Rivera Micán, ECOLOGIC S. A. S.  
Daniel Obando Vargas Urrego, ECOLOGIC S. A. S.  
Julio Alejandro Gildardo Bermúdez, ECOLOGIC S. A. S.  
Mónica Andrea Cárdenas Ruiz, ECOLOGIC S. A. S.  
Germán Romero Otálora, consultor externo GIZ

## Revisión temática

Nidia Mercedes Pabón Tello (MinAmbiente-UTO, PNUD)  
María Carolina Vélez Rincón (GIZ Colombia)  
Julián David González Venegas (GIZ Colombia)  
Daniela Cecilia Villalba Rodríguez (MinAmbiente-DCCGR)  
Ángela Liliana Rodríguez González (MinAmbiente-DCCGR)  
Sandra Isabel Granados Avellaneda (MinAmbiente-DCCGR)  
Adriana Gutiérrez (MinAmbiente-DCCGR)  
Leidy Caterín Riveros Salcedo (Diorama Group)

**Nombre:** Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, autor | José Luis Rivera Micán, autor | Daniel Obando Vargas Urrego, autor | Julio Alejandro Gildardo Bermúdez, autor | Mónica Andrea Cárdenas Ruiz, autora | Germán Romero Otálora, autor | Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), colaborador.

**Título:** Guía para la Formulación de iniciativas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero para proyectos de sistemas de refrigeración y acondicionamiento del aire en el subsector de tiendas en Colombia.

**Descripción:** Bogotá : Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2025 | 90 páginas : figuras, gráficas y tablas.

**Identificadores:** ISBN 978-628-7598-36-2 (digital)

**Materias:** Tesauro Ambiental para Colombia:  
Acondicionamiento de aire |  
Emisiones de Gases Efecto Invernadero |  
Empresas | Guías ambientales | Hidrocarburos |  
Mitigación del cambio climático |  
Protección de la capas de ozono |  
Sustancias agotadoras de la capa de ozono |  
Refrigeración

**Clasificación:** CDD 551.5-dc21

CO\_BoCDM

**Primera edición:** abril de 2025

© Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Colombia (MinAmbiente)

© GIZ, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit

**Corrección de estilo:** Laura Porras, Grupo de Divulgación de Conocimiento y Cultura Ambiental

**Diseño y diagramación:** Fundación Aica Colectivo  
ISBN (digital): 978-628-7598-36-2

#### Por encargo de

Ministerio Federal Alemán de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza, Seguridad Nuclear y Protección de los Consumidores (BMUV) 11055 Berlín, Alemania

Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo de Alemania (BMZ), y cofinanciado por la Unión Europea (UE) 10963 Berlín, Alemania.

La presente publicación ha sido elaborada con el apoyo financiero de la Unión Europea (UE), el Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) y el Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza, Seguridad Nuclear y Protección de los Consumidores (BMUV) de Alemania. Su contenido es responsabilidad exclusiva de la GIZ y de la Unidad Técnica Ozono de Colombia y no necesariamente refleja los puntos de vista de la UE, del BMZ y BMUV.

Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y divulgación de material contenido en este documento para fines educativos u otros fines no comerciales sin previa autorización del titular de los derechos de autor, siempre que se cite claramente la fuente. Se prohíbe la reproducción total o parcial de este documento para fines comerciales.



# TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS	5
LISTA DE TABLAS	6
ABREVIATURAS, ACRÓNIMOS Y SIGLAS	7
PRESENTACIÓN	10
TÉRMINOS Y DEFINICIONES	11
INTRODUCCIÓN. EL SUBSECTOR DE TIENDAS EN COLOMBIA TIENE UN ROL IMPORTANTE EN LA LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO	14
1. ANTECEDENTES PARA LA ELIMINACIÓN DE SAO Y HFC Y LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO	16
1.1 ¿Qué son las SAO y por qué es importante su eliminación?	16
1.2 Montreal, Kioto y París: tres grandes hitos de cooperación mundial para proteger el planeta y la vida en la Tierra	17
1.3 Política y normativa colombiana para eliminar las SAO, reducir los HFC y gestionar el cambio climático	18
2. EL SUBSECTOR DE TIENDAS EN COLOMBIA Y SU RELACIÓN CON LAS SUSTANCIAS CONTROLADAS POR EL PROTOCOLO DE MONTREAL	22
2.1 Descripción general del subsector de tiendas y de los equipos y sistemas de RAC asociados	22
2.2 Participación del sector de refrigeración y de acondicionamiento de aire (RAC) en el Inventario Nacional de GEI	24
2.3 Estrategia Nacional de eficiencia energética y ambiental para el subsector de tiendas en Colombia	24
3. INICIATIVAS DE REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GEI –CASOS DE EJEMPLO– DESARROLLADAS INTERNACIONALMENTE EN EL SUBSECTOR DE TIENDAS	27
3.1 Las metodologías utilizadas en los casos de ejemplo de iniciativas	27
3.2 Casos de ejemplo de iniciativas de reducción de emisiones de GEI	28
3.3 Oportunidades para el subsector de tiendas en Colombia	30
4. MERCADOS DE CARBONO PARA LA REDUCCIÓN DE GEI	31
4.1 Mercados obligatorios: Sistema de Comercio de Emisiones (SCE)	31
4.2 Mercados voluntarios	32
4.3 Comparaciones entre los mercados de carbono existentes	34
5. CICLO DE VIDA DE LAS INICIATIVAS DE MITIGACIÓN DE GEI EN COLOMBIA PARA SUPERMERCADOS	38
6. CONCLUSIONES	41
7. REFERENCIAS	42
8. ANEXOS	46
8.1 Anexo 1. Marco normativo cambio climático-mercado nacional de carbono	46
8.2 Anexo 2. Consultoría para actualizar documento orientativo para la formulación de iniciativas de reducción de emisiones de GEI en supermercados	49

# LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Enmiendas del Protocolo de Montreal	17
Figura 2. Participación de las emisiones categoría 2F INGEI (2021)	24
Figura 3. Contenido de la Estrategia Nacional para el subsector de tiendas en Colombia	25
Figura 4. Distribución de emisiones totales por subsectores RAC para 2015	25
Figura 5. Emisiones directas e indirectas del sector de RAC para 2015	25
Figura 6. Aporte de los subsectores de RAC al potencial de mitigación anual del sector para 2030	26
Figura 7. Principio de "tope y precio" en los mercados obligatorios de carbono	31
Figura 8. Actividades sugeridas de planificación e implementación de iniciativas para la reducción de emisiones en tiendas-gestión de gases refrigerantes o eficiencia energética	38

# LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Calendario de eliminación del consumo de HCFC para Colombia	19
Tabla 2.	Cronograma de control para la producción y consumo de HFC para los miembros	19
Tabla 3.	Características de sistemas de refrigeración en Colombia	22
Tabla 4.	GEI asociados con sistemas RAC	23
Tabla 5.	Algunos estándares de certificación independientes en el mercado voluntario	27
Tabla 6.	Características principales que diferencian a los tipos de unidades	28
Tabla 7.	Diferencia entre el SCE y los mercados voluntarios	30
Tabla 8.	Principales actores en los mercados de carbono	33
Tabla 9.	Características principales que diferencian a los tipos de unidades	35
Tabla 10.	Diferencia entre el SCE y los mercados voluntarios	36
Tabla 11.	Principales actores en los mercados de carbono	37

# ABREVIATURAS, ACRÓNIMOS Y SIGLAS

<b>ACR</b>	American Carbon Registry (por sus iniciales en inglés) Registro Americano de Carbono
<b>AFOLU</b>	Agriculture, Forestry and Other Land Use (por sus iniciales en inglés) Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra
<b>ANLA</b>	Autoridad Nacional de Licencias Ambientales
<b>BAU</b>	Business As Usual (por sus iniciales en inglés) Escenario inercial
<b>BMUV</b>	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (por su nombre en alemán) Ministerio Federal Alemán de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza, Seguridad Nuclear y Protección de los Consumidores
<b>BMZ</b>	Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (por su nombre en alemán) Ministerio Federal Alemán de Cooperación Económica y Desarrollo de Alemania
<b>CAR</b>	Climate Action Reserve (por sus iniciales en inglés) Reserva de Acción Climática
<b>CDM</b>	Clean Development Mechanism (por sus iniciales en inglés) Mecanismo de Desarrollo Limpio
<b>CER</b>	Certified Emission Reductions (por sus iniciales en inglés) Certificado de Emisiones Reducidas
<b>CFC</b>	Clorofluorocarburo
<b>CICC</b>	Comisión Intersectorial de Cambio Climático
<b>CMNUCC</b>	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
<b>COP</b>	Conference Of the Parties (por sus iniciales en inglés) Conferencia de las Partes
<b>DCCGR</b>	Dirección de Cambio Climático y Gestión del Riesgo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
<b>DDP</b>	Documento de Diseño del Proyecto
<b>Estrategia Nacional para el Subsector de Tiendas</b>	Estrategia nacional para la implementación de medidas y alternativas que mejoren la eficiencia energética y el impacto ambiental directo de los sistemas y equipos de refrigeración comercial del subsector de tiendas en Colombia
<b>ETS</b>	Emissions Trading System (por sus iniciales en inglés) Sistema de Comercio de Emisiones
<b>FECOC</b>	Factores de Emisión de Combustibles Colombianos
<b>GEI</b>	Gases de Efecto Invernadero

# ABREVIATURAS, ACRÓNIMOS Y SIGLAS

<b>GIZ</b>	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit - GmbH (por su nombre en alemán)
	Agencia de Cooperación Internacional Alemana
<b>HCFC</b>	Hidroclorofluorocarbonos
<b>HFC</b>	Hidrofluorocarbonos
<b>IDEAM</b>	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
<b>IPCC</b>	Intergovernmental Panel on Climate Change (por sus iniciales en inglés) Panel Intergubernamental de Cambio Climático
<b>IPPU</b>	Industrial Processes and Product Use (por sus iniciales en inglés) Procesos Industriales y Uso de Productos
<b>ITMO</b>	Internationally Transferred Mitigation Outcomes (por sus iniciales en inglés) Transferencia Internacional de Resultados de Mitigación
<b>MinAmbiente</b>	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
<b>MDL</b>	Mecanismo de Desarrollo Limpio
<b>MRV</b>	Monitoring, Reporting and Verification (por sus iniciales en inglés) Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación
<b>MtCO2e</b>	Millones de Toneladas de Dióxido de Carbono Equivalente
<b>NDC</b>	Nationally Determined Contribution (por sus iniciales en inglés) Contribución Determinada a Nivel Nacional
<b>NTC</b>	Norma Técnica Colombiana
<b>ODS</b>	Objetivos de Desarrollo Sostenible
<b>ONAC</b>	Organismo Nacional de Acreditación de Colombia
<b>ONU</b>	Organización de las Naciones Unidas
<b>OVV</b>	Organismos de Validación y Verificación
<b>PAO</b>	Potencial de Agotamiento de la Capa de Ozono
<b>PCA</b>	Potencial de Calentamiento Atmosférico
<b>PNCTE</b>	Programa Nacional de Cupos Transables de Emisión de Gases de Efecto Invernadero
<b>PNE</b>	Plan Nacional de Eliminación para las sustancias del Anexo A - Grupo I y II del Protocolo de Montreal
<b>POA</b>	Programme of Activities (por sus iniciales en inglés) Programa de Actividades
<b>RAC</b>	Refrigeration and Air-Conditioning (por sus iniciales en inglés) Refrigeración y Acondicionamiento del Aire
<b>RdM</b>	Reporte de Monitoreo

# ABREVIATURAS, ACRÓNIMOS Y SIGLAS

<b>REDD+</b>	Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation (por sus iniciales en inglés) Reducción de las Emisiones debidas a la Deforestación y a la Degradación Forestal
<b>RENARE</b>	Registro Nacional de Reducción de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero
<b>ROE</b>	Reporte Obligatorio de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero
<b>SAO</b>	Sustancias que Agotan la Capa de Ozono
<b>SCE</b>	Sistema de Comercio de Emisiones
<b>SCPM</b>	Sustancias Controladas por el Protocolo de Montreal
<b>SIAC</b>	Sistema de Información Ambiental de Colombia
<b>SINGEI</b>	Sistema Nacional de Inventario de Gases Efecto Invernadero
<b>SNICC</b>	Sistema Nacional de Información sobre Cambio Climático
<b>tCO2e</b>	Toneladas de Dióxido de Carbono Equivalente
<b>UE</b>	Unión Europea
<b>UNEP</b>	UN Environment Programme (por sus iniciales en inglés) Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
<b>UPME</b>	Unidad de Planeación Minero-Energética
<b>UTO</b>	Unidad Técnica Ozono
<b>VCS</b>	Verified Carbon Standard (por sus iniciales en inglés) Estándar de carbono verificado
<b>VER</b>	Verified Emission Reductions (por sus iniciales en inglés) Reducción de Emisiones Verificadas

# PRESENTACIÓN

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente) y el programa Proklima de la *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH* presentan este documento con el objetivo de brindar orientación a las empresas del subsector de tiendas acerca de la posibilidad de formular e implementar iniciativas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) asociadas a los equipos y sistemas de refrigeración y acondicionamiento del aire (RAC). En Colombia, este subsector se ha identificado clave para articular acciones que contribuyan tanto a la protección de la capa de ozono como a la mitigación del cambio climático, debido al alto volumen de equipos y sistemas RAC instalados y, por ende, al elevado consumo de sustancias refrigerantes.

El documento ofrece una guía técnica para la formulación de iniciativas que promuevan la disminución del consumo de sustancias agotadoras de la capa de ozono (SAO) y de hidrofluorocarbonos (HFC) en el subsector y se desarrolla en cinco capítulos.

En el capítulo 1 se abordan los antecedentes para la eliminación del consumo de SAO y la mitigación del cambio climático; en el capítulo 2 se presenta la relación del subsector de tiendas en Colombia con las SAO y los HFC, y su participación en el inventario nacional de GEI; en el capítulo 3 se realiza una revisión de los principales

instrumentos para la fijación del precio al carbono, un acercamiento a los mercados de carbono obligatorios y voluntarios, y su relación con las iniciativas de mitigación de GEI; en el capítulo 4 se describe el ciclo de formulación e implementación de las iniciativas de mitigación de GEI en el subsector de tiendas de Colombia; y en el capítulo 5 se consolidan las conclusiones y recomendaciones para avanzar en la profundización e implementación de la estrategia.

La Dirección de Cambio Climático y Gestión del Riesgo y la Unidad Técnica Ozono (UTO) de la Dirección de Asuntos Ambientales, Sectorial y Urbana de MinAmbiente, con el apoyo de la GIZ, han desarrollado este documento en el marco de la implementación del Protocolo de Montreal en Colombia y de los proyectos "Una eliminación sostenible y respetuosa con el clima de las sustancias agotadoras de la capa de ozono (SPODS)" y "Green Cooling Initiative III" de la Iniciativa Internacional del Clima IKI.

Las iniciativas de mitigación que se formulen para la reducción del consumo de SAO y HFC en el subsector de tiendas con la aplicación de los criterios incluidos en el presente documento permitirán a las organizaciones avanzar en la adopción de prácticas sostenibles a través de la optimización de la eficiencia energética y la productividad del sector, al aportar activamente al cumplimiento de las metas nacionales de reducción de emisiones de GEI.

# TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Para el presente documento aplican las siguientes definiciones tomadas del Decreto 926 de 2017, expedido por MinHacienda-MinAmbiente, de la NTC ISO 14064-2:2020, expedida por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (Icontec), y de la Resolución 1447 de 2018 expedida por MinAmbiente, así como otras definiciones aplicables a iniciativas de mitigación.

## A. Decreto 926 de 2017 expedido por MinHacienda-MinAmbiente

- **Declaración de verificación:** es la manifestación escrita de una tercera parte acreditada o designada, en la que se demuestran las reducciones o remociones de gases de efecto invernadero logradas por una iniciativa de mitigación de GEI luego de una verificación.
- **Potencial de Calentamiento Global (a 2024 denominado Potencial de Calentamiento Atmosférico [PCA]):** es el factor que describe el impacto de la fuerza de radiación de una unidad con base en la masa de un GEI determinado, en relación con la unidad equivalente de dióxido de carbono en un periodo determinado.
- **Verificación:** es el proceso sistemático, independiente y documentado realizado por una tercera parte en el que se evalúa la implementación de la iniciativa de mitigación de GEI.

## B. Resolución 1447 de 2018 expedida por MinAmbiente

- **Adicionalidad:** es la característica que permite demostrar que las reducciones de emisiones o remociones de GEI derivadas de la implementación de una iniciativa de mitigación de GEI generan un beneficio neto a la atmósfera en términos de emisiones reducidas o removidas de GEI.
- **Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>):** es el gas que se produce de forma natural y también como subproducto de la combustión de combustibles fósiles y biomasa, cambios en el uso de las tierras y los procesos industriales. Es el principal GEI antropogénico que afecta al equilibrio de radiación del planeta y se utiliza como referencia frente al que se miden otros GEI y, por lo tanto, tiene un PCA de 1.
- **Dióxido de carbono equivalente:** es la unidad de medición que compara el PCA de cada uno de los GEI con respecto al dióxido de carbono.
- **Discrepancias materiales:** son los errores individuales o grupos de errores, omisiones o distorsiones en la cuantificación de los GEI en el marco de las iniciativas de mitigación.
- **Emisión de gases de efecto invernadero (GEI):** es la liberación a la atmósfera de la masa de un GEI.

• **Escenario de referencia de emisiones de GEI:** es un tipo de línea base que representa las emisiones de GEI medidas en tCO<sub>2</sub>e que se producirían en ausencia de políticas, planes, estrategias o iniciativas para la mitigación de GEI en el plazo en el que se suscriben metas o compromisos en cambio climático.

- **Estándares de carbono o programas de certificación de GEI:** son sistemas o esquemas voluntarios o regulados, internacionales o nacionales que cuentan con un conjunto de principios y requisitos para la formulación, desarrollo, validación y verificación de los resultados frente al diseño y puesta en marcha de iniciativas de mitigación de GEI. Dichos sistemas o esquemas adoptan o elaboran metodologías de cuantificación de reducción de emisiones o remociones de GEI que sean verificables en el marco de la norma ISO 14064-3:2006, cuentan con un registro público y permiten la certificación y asignación de un serial único de las reducciones de emisiones o remociones de GEI verificadas.
- **Gases de efecto invernadero:** son aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropogénicos, que absorben y reemiten radiación infrarroja, de acuerdo con lo definido por el Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).
- **Iniciativas de mitigación de GEI:** son programas, proyectos, acciones o actividades desarrolladas a nivel nacional, regional, local o sectorial cuyo objeto es reducir o evitar emisiones, remover y capturar GEI.

- **Línea base:** es el escenario que representa las emisiones de GEI que se producirían en ausencia de una iniciativa de mitigación.
- **Nivel de aseguramiento:** es el grado de certeza con el que un organismo de validación y verificación (OVV) realiza la declaración de validación o verificación y está fundamentado en la capacidad de validar o verificar la información contra los criterios establecidos.
- **Organismos de Validación y Verificación de GEI:** son entidades independientes que realizan procesos de validación y verificación de las iniciativas de mitigación de GEI. Realizan una evaluación objetiva y emiten una declaración de validación o verificación con respecto a los criterios definidos por los Estándares de Carbono o Programas de Certificación de GEI y por el Gobierno nacional. Para el caso de Colombia, estos organismos deben ser acreditados según el Decreto 446 de 2020 expedido por MinAmbiente-MinHacienda.
- **Pagos por resultados o compensaciones similares:** son las remuneraciones, beneficios o incentivos obtenidos por la reducción de emisiones o remociones de GEI verificadas, resultantes de la implementación de una iniciativa de mitigación de GEI.

# TÉRMINOS Y DEFINICIONES

- **Plataforma:** herramienta para registrar, dar seguimiento y contabilizar los resultados de las iniciativas de mitigación que contribuyen a la reducción o remoción de emisiones de GEI.
- **Proyecto de Mecanismo de Desarrollo Limpio<sup>1</sup>:** son un tipo de proyecto sectorial de mitigación de GEI que incluye actividades de reducción de emisiones o remoción de GEI que optan el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) del Protocolo de Kioto.
- **Proyectos Sectoriales de Mitigación de GEI:** son iniciativas de mitigación de GEI que incluyen actividades de reducción de emisiones o remociones de GEI diferentes a REDD+, que se desarrollan a escala subnacional y sectorial, las cuales demuestran sus resultados de mitigación en el marco del cumplimiento de las metas nacionales de cambio climático establecidas de acuerdo con el CMNUCC.
- **Reducción de emisiones de GEI:** es la disminución calculada de emisiones de GEI entre un escenario de línea base o nivel de referencia y de las emisiones netas calculadas en el ámbito de la implementación de iniciativas de mitigación de GEI.
- **Resultados de mitigación de GEI:** son las reducciones de emisiones y remociones de GEI cuantificables generadas por la implementación de una iniciativa de mitigación de GEI.
- **Titular de la iniciativa:** es la persona natural o jurídica, pública o privada, responsable de la formulación, implementación, seguimiento y registro de una iniciativa de mitigación de GEI.
- **Validación:** es el proceso sistemático, independiente y documentado para la evaluación de la línea base frente a criterios definidos.
- **Vigencia de resultados de mitigación:** es el año calendario para el cual una iniciativa de mitigación de GEI obtiene y mide sus resultados.

## C. NTC ISO 14064-2:2020 expedida por ICONTEC

- **Escenario de línea base:** caso de referencia hipotético que mejor representa las condiciones que con mayor probabilidad ocurren en ausencia de un proyecto de GEI propuesto.
- **Fuente de GEI:** actividad que libera un GEI a la atmósfera.
- **Informe sobre GEI:** documento independiente destinado a comunicar información relacionada con los GEI de una organización o proyecto a su usuario previsto.

1 El MDL es uno de los mecanismos que estableció el Protocolo de Kioto para ayudar a los países desarrollados a cumplir con sus metas de reducción de emisiones. Sin embargo, estas metodologías actualmente se encuentran en periodo de transición, pues dicho Protocolo finalizó en 2020, entrando en vigor del Acuerdo de París en 2021. En ese sentido, estas pueden cambiar de acuerdo con las negociaciones internacionales que se hagan al respecto.

2 Véase ISO 14064-3:2020.

- **Línea base de GEI:** referencia cuantitativa de emisiones de GEI que hubieran ocurrido en ausencia de un proyecto de GEI.

- **Proponente de proyecto:** individuo u organización que tiene control y responsabilidad total del proyecto de GEI.
- **Proyecto de GEI:** conjunto de actividades que alteran las condiciones de una línea base de GEI y causan reducción de emisiones de GEI.
- **Sumidero de GEI:** conjunto de actividades que remueven un GEI de la atmósfera.

## D. Otras definiciones aplicables a iniciativas de mitigación

- **Actividad de proyecto:** medida, operación o acción que tiene como objetivo reducir las emisiones de GEI de las fuentes, ya sea como un proyecto completo o como parte de un proyecto (Clean Development Mechanism, 2020).
- **Componente de Programa de Actividades:** medida o conjunto de medidas interrelacionadas en el marco de un programa de acción del MDL para reducir las emisiones de GEI por fuentes o dar como resultado la absorción antropógena neta de GEI por los sumideros, aplicada dentro de un área designada definida en la(s) metodología(s) de referencia (Clean Development Mechanism, 2020).
- **Declaración de validación:** documento formal escrito destinado al usuario, que provee confianza en la declaración sobre los GEI, el informe de GEI de la parte responsable y ratifica la conformidad con los criterios<sup>2</sup>.
- **Metodología:** documento que establece procedimientos detallados para cuantificar los beneficios reales de GEI de un proyecto y proporciona orientación para determinar sus límites, establecer líneas base, evaluar la adicionalidad y cuantificar las emisiones de GEI que se redujeron o removieron (VERRA, 2020).
- **Programa de actividades:** es la implementación coordinada de una política, medida u objetivo que conduzca a la reducción de emisiones. Una vez registrado, se puede agregar un número ilimitado de actividades de proyectos componentes (CPA) sin pasar por el ciclo completo del proyecto MDL. En comparación con las actividades habituales de proyectos del MDL, este enfoque programático tiene muchos beneficios, especialmente para los países o regiones menos desarrolladas (Clean Development Mechanism, 2020).

# TÉRMINOS Y DEFINICIONES

- **Proyecto agrupado:** proyecto al que se le pueden agregar instancias adicionales a sus actividades originales, que cumplan con los criterios de elegibilidad pre establecidos, después de su validación (VERRA, 2020).
- **Potencial de agotamiento de la capa de ozono (PAO):** índice que representa la capacidad de cada sustancia para destruir

el ozono y que toma en cuenta la estabilidad, la tasa de difusión, la cantidad de átomos destructores por molécula y el efecto de la radiación ultravioleta y otro tipo de radiación sobre las moléculas. En el *Manual del Protocolo de Montreal* relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono se detalla el PAO para cada sustancia<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> El potencial de destrucción del ozono (PAO o ODP, por sus siglas en inglés) varía según la composición del refrigerante CFC o HCFC. Dicho potencial se calcula a partir del efecto que 1 kg de estos compuestos es la relación del impacto sobre el ozono que posee una sustancia química comparada con el impacto de una masa igual de CFC-11. Así, el PAO del CFC-11 es definido como 1. Otros CFC y HCFC tienen PAO en el intervalo entre 0,01 y 1,0. Los HFC y HC tienen un PAO cero debido a que estos no contienen cloro.

# INTRODUCCIÓN.

## EL SUBDIRECTOR DE TIENDAS EN COLOMBIA DESEMPEÑA UN PAPEL IMPORTANTE EN LA LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO

Una de las actividades económicas que puede contribuir con sus acciones a la gestión del cambio climático y a la minimización del agotamiento de la capa de ozono es la desarrollada por el subsector de tiendas. Los hipermercados, supermercados y tiendas de conveniencia que hacen parte de este subsector requieren de amplios sistemas de enfriamiento o congelación para mantener la cadena de frío de los alimentos y poder garantizar a sus consumidores la calidad de sus productos. Esto implica el uso de gases refrigerantes con potencial de calentamiento atmosférico (PCA) y potencial de agotamiento de la capa de ozono (PAO), así como un alto consumo de energía. De hecho, se calcula que los sistemas de refrigeración pueden llegar a representar entre el 30% y 60% del uso total de energía en un supermercado (MinAmbiente, 2019).

Los equipos de refrigeración generan emisiones directas e indirectas de GEI a la atmósfera. Las emisiones directas se producen por fugas de gases refrigerantes durante la instalación, operación y mantenimiento de los equipos; mientras que las indirectas se generan por el consumo de la energía que se requiere para el funcionamiento de los equipos y sistemas de refrigeración. Entre más eficientes sean y en mejor estado se encuentren los equipos, menores serán las emisiones producidas por los establecimientos que hacen parte de este sector.

En ese sentido, y con el fin de reducir el impacto ambiental de los sistemas de refrigeración comercial, la UTO del MinAmbiente, junto con la GIZ, trabajan en pro de fortalecer la eficiencia energética e incrementar la inclusión de tecnologías de alta eficiencia en el subsector de tiendas. Uno de los esfuerzos para lograr lo anterior es el desarrollo del presente documento, con el cual se espera: (1) compartir con los tomadores de decisiones, directivos y profesionales de este subsector argumentos para motivar la reducción de emisiones de GEI, particularmente de HFC, a través del control de fugas y sustitución de equipos refrigerantes. (2) Aumentar el entendimiento de los mercados de carbono, a fin de que esta alternativa pueda ser evaluada por los interesados en este tipo de iniciativas, junto con otras fuentes de financiación, como opción para apalancar la implementación de las acciones requeridas para disminuir las emisiones de HFC y favorecer el ascenso tecnológico.

La implementación de iniciativas que reduzcan la huella de carbono del subsector de tiendas, relacionadas con equipos y sistemas de refrigeración comercial, demanda el desarrollo de inversiones de capital y de operación (CAPEX y OPEX). Lo anterior exige la identificación, análisis y gestión de fuentes de financiación que permitan a las empresas disponer de los recursos necesarios para ejecutar tales acciones.

Son varias las alternativas de financiación que pueden ser consideradas por el subsector<sup>1</sup> para realizar acciones orientadas al control de fugas o sustitución de equipos o sustancias refrigerantes. Dentro de estas opciones pueden mencionarse: el *leasing*, el *renting*, los créditos verdes<sup>2</sup>, los pagos por ahorros energéticos<sup>3</sup>, el *project finance*<sup>4</sup>, el *purchase power agreement*<sup>5</sup> y la participación en los mercados de carbono.

Los mercados de carbono surgen como uno de los medios de implementación para el establecimiento de políticas dirigidas a disminuir las emisiones de GEI y buscan integrar dentro de las actividades productivas, los costos sociales y ambientales que se generan con las emisiones. Estos se pueden clasificar principalmente en dos categorías: mercados obligatorios y mercados voluntarios, dependiendo de si los participantes adquieren los resultados de mitigación certificados para cumplir una obligación legal o de manera voluntaria.

El mercado voluntario de carbono se ha dinamizado en Colombia gracias a la creación del impuesto nacional al carbono mediante la Ley 1819 de 2016. Esta ley no solo creó el impuesto señalado, sino que también habilitó un mecanismo de no causación para aquellos sujetos pasivos que certifiquen ser carbono neutro respecto de las emisiones que se generan por el uso de los combustibles fósiles cubiertos por dicho impuesto. Los requisitos para hacer efectiva la no causación del impuesto nacional al carbono fueron reglamentados mediante el Decreto 926 de 2017 expedido por MinHacienda-MinAmbiente, modificado por el Decreto 446 de 2020 expedido por MinAmbiente-MinHacienda. Con este fin se debe presentar ante el productor o importador de los combustibles fósiles la solicitud de no causación del impuesto, así como la declaración de verificación<sup>6</sup> y el soporte de cancelación voluntaria de las reducciones de emisiones o remociones de GEI<sup>7</sup>.

1 Para consultar más detalles de cada una de estas alternativas de financiación, se sugiere revisar el documento “Estrategia nacional para la implementación de medidas y alternativas que mejoren la eficiencia energética y el impacto ambiental directo de los sistemas y equipos de refrigeración comercial del subsector de tiendas de Colombia”.

2 Son préstamos otorgados por el sector financiero únicamente a actividades sostenibles.

3 Es un modelo de financiación en el que participan las empresas de servicios energéticos y las entidades financieras. En este, el pago de los equipos se realiza mediante créditos pagados con ahorros económicos derivados de los ahorros energéticos.

4 Alternativa que tiene como objetivo financiar un proyecto que se materializa en un activo fijo y en el que los prestamistas controlan el flujo de caja y las utilidades se destinan al repago.

5 Es un contrato por excelencia para la venta a largo plazo de energía proveniente de fuentes renovables o no convencionales. Se pacta un precio, el cual garantiza el flujo de ingresos estables para la sociedad vehículo, con lo que se puede predecir el flujo de caja que se generará a través del desarrollo del proyecto.

6 Documento generado por una tercera parte acreditada o designada, en el que se demuestran las reducciones o remociones de GEI logradas por una iniciativa de mitigación una vez se hace la verificación.

7 Documento que demuestra la transferencia voluntaria de las reducciones de emisiones o remociones de GEI del titular de una iniciativa de mitigación de GEI o de consumidores o usuarios finales del combustible a favor del sujeto pasivo, a fin de neutralizar las emisiones de GEI.

Vale la pena mencionar que en los mercados voluntarios de carbono se transan certificados de reducción de emisiones de carbono, los cuales son adquiridos por empresas que están interesadas en compensar sus emisiones de GEI. Tales certificados provienen de las reducciones de emisiones o remociones de GEI que se generan gracias a la implementación de iniciativas de mitigación en el territorio nacional, que fueron formuladas siguiendo los criterios del Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV)<sup>8</sup>.

Bajo este contexto, el subsector de tiendas podría participar en el mercado voluntario de carbono y generar ingresos vendiendo certificados de reducción de emisiones de GEI. Tales certificados podrían obtenerse a partir de la disminución de GEI que se produciría con la ejecución de medidas de mitigación enfocadas en la reducción de la liberación de los HFC o en el aumento de la eficiencia energética de los equipos de refrigeración. Lograr estas reducciones, en relación con otros sectores, sería mucho más económico y, por tanto, representaría una ventaja competitiva dentro del mercado de carbono en el que participarían el subsector de tiendas<sup>9</sup>.

Sin embargo, previamente a optar por involucrarse en el mercado de carbono, las empresas deben realizar el respectivo análisis costo-beneficio de esta decisión y comparar sus resultados con las otras opciones de financiación existentes. Dentro de los gastos que deben considerar para participar en el mercado de carbono se encuentran los asociados con la formulación, validación, registro ante el programa de certificación escogido, verificación y certificación de las iniciativas de reducción de GEI (véase la sección 5). Estas actividades requieren de personal experto en el tema y de terceros que validen y verifiquen la disminución de las emisiones de GEI.

Algunos de los beneficios que los tomadores de decisión del subsector de tiendas deben considerar al implementar las iniciativas de reducción de GEI se encuentran, a continuación:

**1. Reducción de costos operativos.** El mercado actualmente ofrece equipos y sistemas que son mucho más eficientes en el consumo de energía, cuyo uso se traduciría en una disminución del consumo energético y como consecuencia una disminución de costos operación.

**2. Beneficios tributarios aplicables a inversiones con contribuciones ambientales.** De acuerdo con el Estatuto Tributario (artículo 255), las personas jurídicas que realicen inversiones en el control, conservación y mejoramiento del medioambiente podrán descontar de su impuesto de

renta el 25 % de las inversiones que hayan efectuado en el respectivo año gravable. Asimismo, la importación de equipos está excluida del pago de impuesto al valor agregado (IVA), siempre y cuando dicha maquinaria no se produzca en el país y aporten al cumplimiento de los compromisos del Protocolo de Montreal, como es el caso de los sistemas de refrigeración (estatuto citado, art. 428f). Para optar por estos beneficios tributarios se requiere contar con una certificación emitida por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA)<sup>10</sup>.

**3. Aporte a la estrategia de sostenibilidad de la empresa.** Implementar este tipo de iniciativas pone en evidencia el compromiso ambiental que tiene la organización con los objetivos estratégicos trazados en materia de sostenibilidad.

**4. Contribución al cumplimiento de las metas climáticas del país.** Existen dos acciones que Colombia ha identificado que aportan a su compromiso de reducir el 51 % de GEI al año 2030, que requieren del apoyo del subsector de tiendas. De acuerdo con lo establecido en el artículo 13 de la Ley 2169 de 2021, estas son: (1) la reducción de emisiones de GEI debido al uso de HFC con alto PCA y (2) el aumento en el uso eficiente del recurso energético en usuarios finales de equipos y sistemas con HFC. Dicha contribución debe cumplir con los criterios definidos por el Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) de las iniciativas de mitigación<sup>11</sup>.

**5. Oportunidad de ahorro futuro.** Actualmente Colombia se encuentra en proceso de reglamentación del Programa Nacional de Cupos Transables de Emisiones de GEI –Sistema de Comercio de Emisiones–, también conocido en el país como Sistema RE. Este tipo de mercado obligatorio de carbono, en el cual el Gobierno nacional asignará de manera directa o mediante subasta derechos de emisión de GEI entre los agentes regulados que participen. Estos agentes deberán respaldar cada una de las tCO2e con los derechos que posean o de lo contrario serán sancionados (véase la sección 4.1 del presente documento para mayor detalle).

En el caso de que el subsector de tiendas sea parte de las actividades reguladas por el Sistema RE, la realización de cambios tecnológicos en los establecimientos comerciales podrá generar un ahorro futuro, pues gracias a la implementación de las iniciativas de mitigación de GEI se logrará una reducción de emisiones, que les implicará a las empresas en el largo plazo tener que respaldar menos emisiones y, por tanto, tener que adquirir menos derechos de emisión.

<sup>8</sup> En Colombia, con el fin de hacer que los resultados de estas iniciativas de mitigación (tanto proyectos como programas) sean transparentes, confiables, verídicos, comparables y, asimismo, puedan aportar al cumplimiento de metas para mitigar el cambio climático, se estableció el MRV nacional de mitigación, el cual fue reglamentado mediante la Resolución 1447 de 2018 expedida por MinAmbiente y modificada mediante la Resolución 0831 de 2020 expedida por MinAmbiente. Allí se establecen disposiciones respecto de la forma en la que se formulan e implementan las iniciativas de mitigación de GEI para responder de forma coherente a los retos que enfrenta el país y el mundo en materia de cambio climático.

<sup>9</sup> En términos de costo-eficiencia, la inversión en innovación puede ser más costo-eficiente que mantener el sistema de refrigeración actual. En otras palabras, cambiar las neveras y mejorar la eficiencia de los sistemas de RAC tiene potencial de reducir CO2eq al tiempo que puede resultar en una buena inversión. Para más información: [https://archivo.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/estudios\\_de\\_costos\\_de\\_abatimiento/general/General.pdf](https://archivo.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/estudios_de_costos_de_abatimiento/general/General.pdf)

<sup>10</sup> Para consultar los detalles de cómo obtener la certificación mencionada remitirse al Decreto 2205 de 2017 de MinHacienda y MinAmbiente, a la Resolución 2000 de 2017 de MinAmbiente y a la Resolución 196 de 2020 de la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME).

<sup>11</sup> Tales criterios están establecidos en la Resolución 1447 de 2018 de MinAmbiente y su modificación parcial mediante la Resolución 831 de 2020 de MinAmbiente.

# 1. ANTECEDENTES PARA LA ELIMINACIÓN DE SAO Y HFC Y LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO

En este capítulo se profundiza en la conceptualización de las SAO y sus repercusiones sobre la capa de ozono. Asimismo, se contextualizan los referentes internacionales relacionados con la gestión del cambio climático, en particular los asociados con las SAO y HFC, se describe el papel que desempeña Colombia en este campo y la normativa nacional<sup>1</sup>.

## 1.1 ¿QUÉ SON LAS SAO Y POR QUÉ ES IMPORTANTE SU ELIMINACIÓN?

El ozono es un compuesto oxigenado en estado gaseoso, escaso en la atmósfera, que se encuentra en dos capas distintas, la tropósfera y la estratosfera. La tropósfera es la capa de la atmósfera más próxima a la corteza terrestre, en la que el ozono es un contaminante nocivo por sus efectos oxidantes. Sin embargo, el 90 % de este gas se concentra en las capas superiores (estratosfera) entre los 10 y 50 km por encima de la superficie terrestre, donde forma una barrera natural vital para el desarrollo de la vida, llamada capa de ozono, ya que filtra totalmente las radiaciones ultravioleta C y gran parte de las B emitidas por el sol (GIZ y MinAmbiente, 2021).

Desde la década de los años setenta, la comunidad científica comenzó a acumular evidencia de que la capa de ozono estaba reduciéndose debido a las sustancias derivadas de hidrocarburos halogenados (clorados, fluorados o bromados), conocidas como SAO. Las SAO son sustancias químicas orgánicas que contienen cloro (Cl) y bromo (Br), fabricadas por el hombre para diversas actividades y tienen el potencial de reaccionar con las moléculas de ozono en la estratosfera para formar otros compuestos. El ozono se está formando y destruyendo continuamente en la estratosfera, manteniendo un equilibrio dinámico; sin embargo, las moléculas de cloro y bromo liberadas a esas altitudes, debido a la fotólisis de ciertos hidrocarburos halogenados, actúan como catalizadores y contribuyen a que se destruya más ozono del que se forma, lo que disminuye su concentración y capacidad de absorción de rayos ultravioleta UVB (GIZ y MinAmbiente, 2021).

Las SAO son altamente persistentes en la atmósfera: una molécula de SAO puede destruir cientos de miles de moléculas de ozono. Al descomponerse estas sustancias en la estratosfera por acción de la radiación ultravioleta proveniente del sol, se liberan átomos de Cl y Br, sumamente reactivos, que atacan el ozono conduciendo así al agotamiento de la capa de ozono estratosférica. Una vez se destruye una molécula de ozono, el cloro o bromo de la SAO quedan disponibles para destruir otra más, combinándose y descomponiendo repetidamente hasta 100 000 moléculas de ozono durante el tiempo que permanece en la estratosfera. La duración de la vida destructiva de una SAO puede extenderse entre 100 y 400 años, dependiendo de su tipo (MinAmbiente, 2005).

Algunas sustancias controladas por el Protocolo de Montreal son también GEI y contribuyen al calentamiento global. Entre estas sustancias las más comunes son: (1) los clorofluorocarbonos (CFC), de alto Potencial de Agotamiento de la capa de ozono (PAO); (2) los hidroclorofluorocarbónos (HCFC), introducidos como sustitutos de los CFC, con un PAO más bajo, pero un alto Potencial de Calentamiento Atmosférico (PCA) y (3) los HFC, considerados como la tercera generación de refrigerantes por haber sido creados para sustituir a los CFC y HCFC, tienen un PAO de cero y un alto PCA<sup>2</sup>. Estos gases refrigerantes se liberan a la atmósfera durante los procesos de fabricación, instalación, operación, reparación (mantenimiento) y desmantelamiento de los equipos en los cuales son utilizados.

Este fenómeno genera efectos adversos sobre la vida en la Tierra. El agotamiento de la capa de ozono y la sobreexposición a los rayos ultravioleta asociados tienen implicaciones negativas sobre la salud humana, como cáncer de piel, lesiones oculares, mutaciones genéticas e inhibición del sistema inmune, así como daños en las plantas, organismos fotosintéticos y alteraciones en los ecosistemas marinos, principalmente. También producen alteraciones en la producción vegetal, del plancton y pesquera, disminuyen su cantidad y calidad y provocan daños a algunos materiales (por ejemplo, en las pinturas, gomas, madera, plásticos y envases empleados en la construcción), que son degradados por la radiación UV.

Las SAO y los HFC son ampliamente empleados en la sociedad. Estas sustancias se utilizan como refrigerantes en los circuitos de enfriamiento de equipos de refrigeración (doméstico, comercial e industrial) y de acondicionamiento de aire (móvil y estacionario), en la fabricación de espumas de poliuretano y poliestireno que se utilizan como aislantes, solventes de limpieza en la industria electrónica, propelentes en los productos en aerosol, agentes en la extinción de incendios y fumigantes para el control de plagas, entre las más conocidas. Otras sustancias que destruyen el ozono son los pesticidas como el bromuro de metilo, el halón usado en los extintores de incendios y el cloroformo de metilo utilizado en procesos industriales.

1 Para más detalle, véase el "Anexo 1" de este documento.

2 De hecho, el HFC-23 tiene un potencial de calentamiento de más de 12 000 veces el CO<sub>2</sub> para un periodo de 100 años y el potencial de calentamiento del HFC-134a es de 1300 veces el CO<sub>2</sub> (IPCC, 2014; IDEAM, s. f.).

## 1.2 MONTREAL, KIOTO Y PARÍS: TRES GRANDES HITOS DE COOPERACIÓN MUNDIAL PARA PROTEGER EL PLANETA Y LA VIDA EN LA TIERRA

Son múltiples los acuerdos internacionales que se han firmado para proteger el planeta y la vida en la Tierra. El Convenio de Viena, por ejemplo, aprobado en 1985, surgió como la primera iniciativa global para reparar el daño causado a la capa de ozono que ponía en riesgo la existencia del ser humano y el resto de los seres vivos. En respuesta a las investigaciones que demostraban los efectos adversos en la estratosfera por el empleo de los CFC y otros productos químicos similares, este convenio es aprobado y constituye el marco de trabajo y cooperación en el que se acuerda investigar, compartir información y ejecutar medidas preventivas sobre la producción y emisiones de las SAO.

En 1987 se aprueba el Protocolo de Montreal relativo a las SAO, como resultado de los objetivos planteados por el Convenio de Viena. Para proteger la capa de ozono, el Protocolo adopta medidas preventivas para controlar el total de emisiones mundiales de las sustancias que la agotan, a través de límites a su producción y consumo<sup>3</sup>, sobre la base de adelantos en los conocimientos científicos y teniendo en consideración aspectos técnicos y económicos, así como las necesidades de los países en materia de desarrollo.

El Protocolo establece calendarios para la eliminación gradual de casi 100 sustancias químicas clasificadas en varias categorías. El foco estuvo inicialmente en las sustancias con mayor PAO, como los CFC y, en menor medida, en los HCFC, por su menor impacto en la capa de ozono y ser utilizados como sustitutos de transición de los CFC. El Protocolo cuenta con cinco enmiendas en las que se han incorporado nuevas sustancias para su control de consumo y producción, siendo Kigali la más reciente (véase la figura 1).

La Enmienda de Kigali complementa el Protocolo de Montreal, estableciendo disposiciones para la reducción de los HFC. En el marco del Protocolo, los países optaron por el uso de los HFC como sustitutos de los CFC y de los HCFC, facilitando la eliminación de estos últimos. Aunque los HFC representan una pequeña fracción de las emisiones en comparación con el CO<sub>2</sub> y otros GEI, su repercusión sobre el calentamiento del planeta por su uso desproporcionado y promovido por el mismo Protocolo dio lugar a la adopción de la Enmienda de Kigali en 2016. Este acuerdo agrega a los HFC en el listado de sustancias controladas por el Protocolo y contribuye así a los esfuerzos mundiales contra el cambio climático.

La recuperación de la atmósfera se ha logrado gracias a los avances del Protocolo de Montreal y está encaminada en una senda positiva de recuperación para los próximos cuatro decenios. De acuerdo con el décimo informe de evaluación cuadrienal del Grupo de Evaluación Científica de Agotamiento de la Capa de Ozono<sup>4</sup>, respaldado por la ONU, de mantenerse las políticas climáticas actuales, se espera que hacia 2040 la capa de ozono vuelva al estado de 1980 (antes de que apareciera el agujero de ozono). La evaluación también señala que en 2030 "el Protocolo de Montreal habrá evitado dos millones de casos anuales de cáncer de piel, además de impedir lesiones oculares y daños al sistema inmunológico humano y proteger la fauna y flora silvestres y la agricultura".

En el intermedio del Protocolo de Montreal y su Enmienda de Kigali se encuentran el Protocolo de Kioto y el Acuerdo de París. El Protocolo de Kioto fue un acuerdo internacional jurídicamente vinculante, aprobado en 1997 por 192 países y puesto en marcha en 2005, bajo un proceso complejo de ratificación. Este Protocolo fue un instrumento que ponía en práctica lo acordado en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

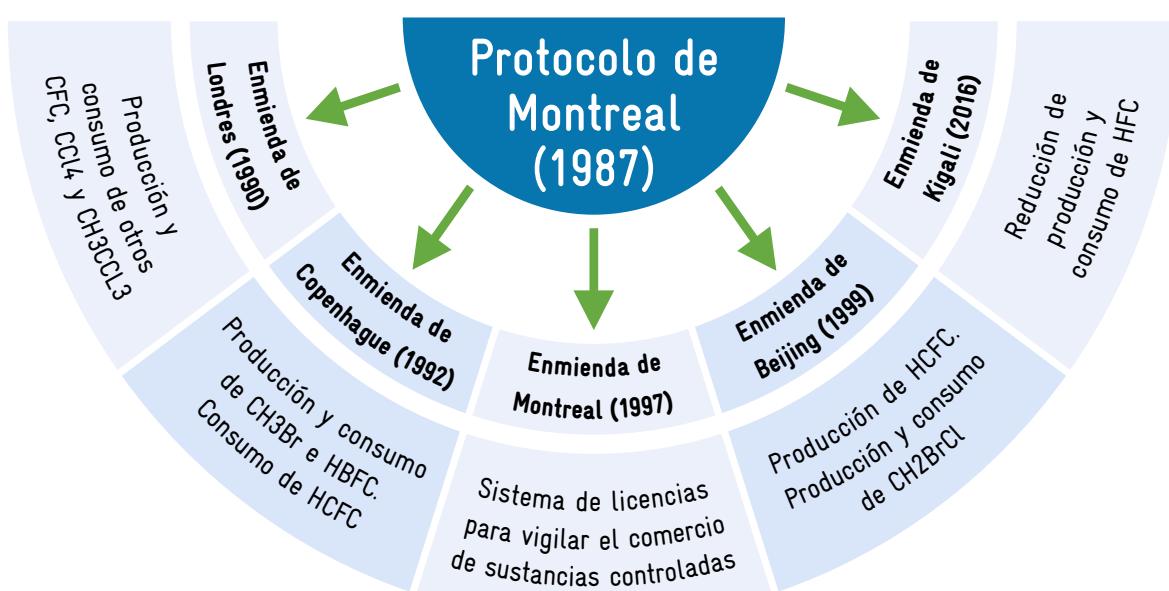


FIGURA 1. ENMIENDAS DEL PROTOCOLO DE MONTREAL

Fuente: secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México (2022).

3 El consumo se define como las cantidades producidas, más importadas, menos las cantidades exportadas en un año determinado. También existe una deducción por la destrucción verificada (ONU, 2023).

4 La última evaluación se basa en amplios estudios, investigaciones y datos recopilados por un gran grupo internacional de expertos, muchos de ellos de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA), la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA) y la Comisión Europea (ONU, Programa para el medio ambiente, 2023).

Comprometía a los países industrializados a limitar y a reducir las emisiones de GEI<sup>5</sup>, imponiéndoles una carga más pesada en el cumplimiento de sus metas de reducción, de conformidad con el principio de "responsabilidad común pero diferenciada y capacidades respectivas", al reconocer que eran los principales responsables de los niveles altos de emisiones de GEI en la atmósfera. El primer periodo del Protocolo finalizó en 2012, y en 2013 comenzó un segundo periodo que continuó hasta 2020. De los grandes emisores solo se adhirieron la Unión Europea y Japón, en tanto que China, Estados Unidos, Rusia, Australia y Canadá no lo hicieron.

El Protocolo de Kioto estableció tres mecanismos de mercados flexibles que facilitaba a los países industrializados el cumplimiento de sus objetivos: Aplicación Conjunta (JI, por sus siglas en inglés), Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) y Comercio Internacional de Emisiones. Estos instrumentos daban la posibilidad a los países de comercializar con la reducción de emisiones y financiar proyectos medioambientales y sostenibles en países en desarrollo a cambio de derechos de emisión, de manera que pudieran comprar y vender sus derechos o incluso excederse en ello. Dichas reducciones se miden en toneladas de CO<sub>2</sub> equivalentes (tCO<sub>2</sub>e) y se traducen en Certificados de Emisiones Reducidas (CER). Si bien en el Protocolo de Kioto se impulsaba la inversión sostenible en economías en desarrollo, también se promovió que países desarrollados cumplieran con los objetivos sin reducir sus propias emisiones, invirtiendo en proyectos más costo-efectivos.

El Protocolo de Kioto fue trascendental, pero controvertido a la vez, en la medida en que fue un acuerdo político no vinculante y no logró sus ambiciones encaminadas hacia la reducción de emisiones GEI por la creación de sus mecanismos de flexibilidad; por tanto, se necesitó un nuevo pacto para abordar la problemática ambiental que involucrara a todos los países, sobre todo a los más contaminantes.

De esta manera, en la Conferencia de las Partes (COP21) celebrada en París, todos los participantes de la CMNUCC firmaron el Acuerdo de París, reemplazando así al Protocolo de Kioto. Este acuerdo busca: (1) descarbonizar la economía de los países firmantes, a fin de mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C con respecto a niveles preindustriales, preferiblemente llegando a 1,5 °C, (2) aumentar la capacidad de adaptación ante los sucesos consecuentes del cambio climático y (3) elevar las corrientes financieras a un nivel compatible con una trayectoria que conduzca a un desarrollo resiliente al clima y con bajas emisiones de GEI.

En el Acuerdo de París, los países definieron cuáles serían sus Contribuciones Nacionalmente Determinadas (NDC), es decir, los aportes que, de manera voluntaria, haría cada país para reducir sus emisiones de GEI en el periodo 2020–2030. De las 160 NDC presentadas por los países, 89 planearon o consideraron utilizar los mercados de carbono para cumplir con sus metas de mitigación de GEI (ICAP, 2016).

En su artículo 6, el Acuerdo de París reconoce el papel que desempeñan los mercados de certificados de emisiones reducidas, a través de las disposiciones relativas al uso de dos instrumentos de mercado conocidos como enfoques de cooperación voluntaria. Es así como gracias a la Transferencia Internacional de Resultados de Mitigación (ITMO) (artículo 6,2) y al Mecanismo Internacional Centralizado (artículo 6,4) se facilita la cooperación internacional en torno al objetivo de incrementar la ambición de los países frente a la meta de reducción de emisiones de GEI y facilitar así la implementación de las NDC.

Con el intercambio y utilización de ITMO, los países deben hacer los ajustes correspondientes en la contabilidad de sus NDC, una vez las transferencias internacionales de unidades procedentes de programas de mitigación se hayan realizado. Un aspecto interesante respecto de los ITMO es que estos mecanismos deben evitar el aumento de emisiones a nivel global y procurar el no aumento de 1,5 grados.

El Mecanismo Internacional Centralizado bajo el Acuerdo de París permite la generación e intercambio de unidades de reducción de emisiones para aumentar los esfuerzos de mitigación y promover el desarrollo sostenible. Este mecanismo, inspirado en el MDL, facilita que los países generen certificados de carbono a través de proyectos de reducción de emisiones que luego pueden o no vender y autorizar para que sean destinados a usos determinados (por ejemplo, uso para el cumplimiento de la NDC de otro país u otros compromisos internacionales). A diferencia del MDL, este mecanismo contempla la posibilidad de que los países puedan hacer uso de los certificados de carbono generados para el cumplimiento de sus metas climáticas. Cada país decidirá el uso a autorizar<sup>6</sup>.

Las decisiones relativas a los detalles técnicos para el funcionamiento de los enfoques de cooperación voluntaria se adoptaron en la Conferencia de las Partes de Glasgow (COP26) en 2021. Las nuevas normas incluyen importantes requisitos y salvaguardas para participar en los mercados internacionales de carbono y constituyen la base para poner en marcha y facilitar el cumplimiento de las NDC, de forma que se mantenga la integridad del Acuerdo de París<sup>7</sup>.

5 El Protocolo de Kioto incluyó a los HFC en la lista de los seis GEI de importancia global.

6 Véase <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/naciones-unidas/mercadoscarbono.html>

7 Véase <https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/el-proceso-internacional-de-lucha-contra-el-cambio-climatico/naciones-unidas/mercadoscarbono.html>

## 1.3 POLÍTICA Y NORMATIVA COLOMBIANA PARA ELIMINAR LAS SAO, REDUCIR LOS HFC Y GESTIONAR EL CAMBIO CLIMÁTICO

### 1.3.1 Eliminación de las SAO y reducción de los HFC

Colombia es signataria del Protocolo de Montreal, lo cual implica que el país tiene metas nacionales para reducir y paulatinamente eliminar el uso de las SAO y los HFC, estos últimos incluidos en la Enmienda de Kigali. En 1992, el país ratificó el Protocolo de Montreal y se comprometió a la eliminación del consumo de las SAO listadas en los anexos A, B, C y E de dicho Protocolo (Ley 29 de 1992).

Para 2010, la nación logró eliminar los CFC con el Plan Nacional de Eliminación para las Sustancias del Anexo A-Grupo I y II (PNE). Para asegurar la continuidad en el cumplimiento de las obligaciones con el Protocolo de Montreal, el Gobierno colombiano formuló en 2003 el PNE, aprobado por el Comité Ejecutivo del Fondo Multilateral del Protocolo de Montreal. Este comprendió la estrategia y plan de acción para la total eliminación del consumo de CFC y halones, que le permitió al país lograr el compromiso de reducción para el 2007 y eliminación para 2010. Así, los antiguos refrigerantes CFC se reemplazaron por HCFC o por otras sustancias de menor o cero PAO.

En 2019 se aprobó y ratificó la Enmienda de Kigali, a través de la cual se incluyen los HFC como sustancias controladas,

listadas en el anexo F del Protocolo de Montreal (Leyes 1970 y 369 de 2019). La ratificación de la Enmienda de Kigali permite crear sinergias entre las acciones para enfrentar la problemática del agotamiento de la capa de ozono y las orientadas a mitigar el impacto sobre el cambio climático, a través del control del consumo de los HFC. Con la implementación del Protocolo de Montreal y sus enmiendas, Colombia controla el consumo de estas sustancias, orienta los procesos de eliminación de su uso, la gestión ambiental para la eliminación definitiva de los CFC y la sustitución de los HCFC y los HFC, y promueve una transición hacia tecnologías con mayor eficiencia energética y uso de sustancias más amigables con el ambiente que no dañen la capa de ozono.

La Enmienda de Kigali especifica cómo calcular la línea base para el consumo y la producción de los HFC y el calendario que contiene las etapas de eliminación en Colombia. Para la implementación de la Enmienda, los países miembros se organizan en cuatro grupos, cada uno

TABLA 1. CALENDARIO DE ELIMINACIÓN DEL CONSUMO DE LOS HCFC PARA COLOMBIA

ANEXO Y GRUPO DEL PROTOCOLO	TIPO DE SAO	PERÍODO DE LA LÍNEA BASE	PRIMERA MEDIDA DE CONTROL	CRONOGRAMA DE ELIMINACIÓN
C-I	HCFC	2009 a 2010	2013 congelación	2015 – Reducción del 10% 2020 – Reducción del 60% 2021 – Reducción del 65% 2025 – Reducción del 67.5% 2030 – Eliminación del 97.5%

Fuente: Etapa II Plan de Manejo para la Eliminación de Consumo de HCFC. Tomado del documento de ENEEAS (MinAmbiente; Corporación Ambiental Empresarial, 2021).

TABLA 2. CRONOGRAMA DE CONTROL PARA LA PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE LOS HFC PARA LOS PAÍSES QUE OPERAN AL AMPARO DEL ARTÍCULO 5 GRUPO 1 DEL PROTOCOLO DE MONTREAL

ETAPAS	PAÍSES ARTÍCULO 5 GRUPO 1
Congelación del consumo	2024
Reducción del 10%	2029
Reducción del 30%	2035
Reducción del 50%	2040
Reducción del 80%	2045

Fuente: OzonAction. UN Environment Programme (UNEP). Tomado del documento de ENEEAS (MinAmbiente; Corporación Ambiental Empresarial, 2021).

con una línea base y un calendario de eliminación diferente, medidos en tCO<sub>2</sub>e.

Además, Colombia está implementando el Plan de Gestión para la Eliminación del Consumo de los HCFC, en sus diferentes etapas, a través de las cuales se compromete a la eliminación acelerada del consumo de los HCFC. En la tabla 1 se presenta el calendario actualizado de eliminación del consumo de los HCFC de Colombia.

Para el caso de los HFC, la Enmienda de Kigali establece una reducción paulatina de la producción y el consumo de dichos gases. Si bien Colombia no tiene producción nacional de HFC (como tampoco la ha tenido para ninguna de las SAO), su uso se ha incrementado en la última década, debido a los procesos llevados a cabo para la eliminación del consumo de los HCFC (MinAmbiente, 2020). La tabla 2 ilustra las metas de Colombia para reducir el 80% de la línea base de consumo para el 2045.

### 1.3.2 Gestión del cambio climático

En materia de cambio climático, uno de los hitos más importantes para Colombia fue la ratificación del Acuerdo de París, por medio de la Ley 1844 de 2017, en la cual se ratificaron los compromisos adquiridos en la COP21 de la CMNUCC.

Asimismo, se destaca la expedición de la Ley 1819 de 2016, que creó el impuesto nacional al carbono, con lo cual se dio una señal al mercado para reconocer que los efectos del cambio climático ocasionados por los combustibles fósiles son externalidades que pueden ser susceptibles de corrección, si los costos privados de las emisiones que dichos energéticos generan se gravan con un impuesto. La citada norma crea el mecanismo de causación, define la base gravable y la tarifa, así como la destinación de los recursos obtenidos por el impuesto. La Ley 2277 de 2022 incluye al carbón en la base gravable (con un régimen de transición), aumenta el techo de la tarifa y delimita el tope de compensación bajo el mecanismo de no causación a un 50% del total del impuesto a cargo.

En 2017 se emite la Política Nacional de Cambio Climático que incorpora la gestión del cambio climático en las decisiones públicas y privadas para avanzar en una senda de desarrollo resiliente al clima y baja en carbono, que reduzca los riesgos del cambio climático y permita aprovechar las oportunidades que este genera.

En la Ley 1931 de 2018 se establecieron y desarrollaron principios, aspectos institucionales, instrumentos de planificación, sistemas de información, así como instrumentos económicos y financieros para la gestión del cambio climático<sup>8</sup>; esta norma tiene como objeto establecer las directrices para la gestión del cambio climático en las decisiones de las personas públicas y privadas, la concurrencia de la nación, departamentos, municipios, distritos, áreas metropolitanas y autoridades ambientales, principalmente en las acciones de adaptación al cambio climático, así como en mitigación de GEI, a fin de reducir la vulnerabilidad de la población y de los ecosistemas del

país frente a los efectos de estos gases y promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable y un desarrollo bajo en carbono. Dentro de los instrumentos económicos creados por esta ley se destaca el Programa Nacional de Cupos Transables de Emisión de GEI (PNCTE), el cual constituye el mercado obligatorio de carbono o sistema de comercio de emisiones de Colombia.

Colombia actualizó su NDC en el 2020, comprometiéndose a no emitir más de 169,44 MtCO<sub>2</sub>e, lo cual equivale a reducir el 51% de las emisiones de GEI, con respecto al escenario de referencia, que va en línea con el objetivo de carbono neutralidad a 2050. Estos hechos fueron ratificados en 2021 tras la participación de Colombia en la COP26 de cambio climático. La versión actualizada de la NDC incorpora los

tres componentes que han guiado el trabajo a nivel nacional, sectorial y territorial: (1) mitigación de GEI, (2) adaptación al cambio climático y (3) medios de implementación, como componente transversal e instrumental de las políticas y

acciones para el desarrollo bajo en carbono, adaptado y resiliente al clima<sup>9</sup>.

La Ley 2169 de 2021, denominada Ley de Acción Climática, impulsa el desarrollo bajo en carbono del país y la resiliencia climática, mediante el establecimiento de metas y medidas mínimas en materia de carbono neutralidad, reducción de emisiones y adaptación al cambio climático. El artículo 13 de la citada ley establece tres medidas de mitigación que deben ser promovidas por MinAmbiente entre los actores de los sectores de refrigeración y climatización (numerales 3, 4 y 5). Tales medidas son:

- “Acciones que promuevan la reducción de emisiones de GEI debido al uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono (HFC) con alto potencial de calentamiento global, en diversos ámbitos del uso de estas sustancias.
- Acciones destinadas a la promoción y desarrollo de buenas prácticas y uso eficiente del recurso energético en usuarios finales de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono (HFC) con alto potencial de calentamiento global.
- Acciones destinadas a la promoción y desarrollo de buenas prácticas y uso eficiente del recurso energético en usuarios finales, incluyendo, pero sin limitarse al ascenso tecnológico en refrigeración doméstica, aire acondicionado y la masificación y promoción de distritos térmicos en Colombia, como fuentes centralizadas de energía”.

En relación con las medidas para la promoción y desarrollo de los mercados de carbono, la Ley de Acción Climática contempla:

- El Reporte Obligatorio de Emisiones de GEI (ROE). Las personas jurídicas, públicas, privadas o mixtas deberán reportar de forma obligatoria sus emisiones directas e indirectas de GEI, así como la información y documentación para la elaboración de inventarios de GEI. El ROE será

8 Para más información, <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=87765>

9 Para más detalles sobre la actualización, consultar [https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/05/NDC\\_Libro\\_final\\_digital-1.pdf](https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/05/NDC_Libro_final_digital-1.pdf)

determinado bajo los criterios y metodologías que defina el MinAmbiente y hará parte del Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC).

- **El Registro Nacional de Reducción de las Emisiones y Remoción de GEI (RENARE).** Las personas naturales o jurídicas, públicas, privadas o mixtas deberán registrar en el RENARE<sup>10</sup>, las iniciativas de mitigación que generen reducción de las emisiones y remoción de GEI en el país, cuando se decida optar por pagos por resultados o compensaciones similares, incluyendo transferencias internacionales<sup>11</sup>.
- **El Sistema Nacional de Información sobre Cambio Climático (SNICC).** "En el marco del SIAC, se crea el SNICC, el cual proveerá datos e información transparente y consistente en

el tiempo para la toma de decisiones relacionadas con la gestión del cambio climático. Está conformado por (1) el Sistema de MRV de Mitigación<sup>12</sup>, (2) el Sistema de Monitoreo

y Evaluación de Adaptación al cambio climático y (3) el Sistema MRV de Financiamiento Climático".

En atención al numeral 19 del artículo 4 del Acuerdo de París, en el cual se establece que las partes deben formular estrategias de largo plazo para un desarrollo con bajas emisiones de GEI, en 2021 la Comisión Intersectorial de Cambio Climático (CICC)<sup>13</sup> validó el proceso de construcción de la Estrategia Climática de Largo Plazo de Colombia E-2050, la cual fue presentada ante la Secretaría de la CMNUCC.

10 El Registro Nacional de Programas y Proyectos de Acciones para la Reducción de las Emisiones debidas a la Deforestación y la Degradoación Forestal de Colombia (REDD+) hace parte del RENARE. Este registro fue creado mediante el artículo 175 de la Ley 1753 de 2015, modificado por el artículo 230 de la Ley 2294 de 2023.

11 Las transferencias internacionales deberán cumplir los compromisos nacionales frente al cambio climático en consonancia con lo previsto en el Acuerdo de París y la CMNUCC.

12 El Sistema MRV de mitigación comprende los siguientes instrumentos para la generación de información: (1) el RENARE; (2) el Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMByC); (3) el Sistema Nacional de Inventario de GEI (SINGEI), y (4) el Sistema de Contabilidad de Reducción de emisiones y Remoción de GEI (SCRR-GEI).

13 La CICC es el órgano de coordinación y orientación de la implementación de la Política Nacional de Cambio Climático en Colombia.

## 2. EL SUBSECTOR DE TIENDAS EN COLOMBIA Y SU RELACIÓN CON LAS SUSTANCIAS CONTROLADAS POR EL PROTOCOLO

### 2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SUBSECTOR DE TIENDAS Y DE LOS EQUIPOS Y SISTEMAS DE RAC ASOCIADOS

Una de las categorías de los sistemas RAC es la refrigeración comercial, la cual incluye los diferentes tipos de equipos, desde las expendedoras hasta los sistemas centralizados de refrigeración en los supermercados (IPCC, 2006).

Los sistemas de refrigeración usados en el subsector supermercados pueden clasificarse en (EPA, 2010):

- **Sistemas autónomos:** son equipos que cuentan con una unidad condensadora y unos evaporadores, incluidos o contenidos en los gabinetes de exhibición.

- **Unidades condensadoras:** son equipos que se componen de uno (o dos) compresores, un condensador y un receptor ensamblados en una llamada "unidad de condensación", que generalmente está ubicada en el exterior del área de ventas. Las capacidades de los gabinetes de exhibición oscilan entre 1 kW y 20 kW.

- **Sistemas centralizados y distribuidos:** equipos que funcionan con compresores rack instalados en una sala de máquinas o en el techo, mientras que los serpentines de refrigeración están en los gabinetes de exhibición o cámaras frigoríficas.

En la tabla 3 se presenta la clasificación de los sistemas de refrigeración utilizados generalmente en el subsector de tiendas en Colombia. Dentro de estos se identifican los refrigerantes utilizados para cada tipo de equipo, la carga y la participación por tipo de equipo dentro del subsector.

TABLA 3. CARACTERÍSTICAS DE SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN DEL SUBSECTOR DE TIENDAS EN COLOMBIA

SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	CARGA PROMEDIO DE REFRIGERANTES (KG)	GASES REFRIGERANTES	PARTICIPACIÓN EN EL SUBSECTOR POR NÚMERO DE EQUIPOS (%)
Sistemas Autónomos	0,32	HCFC-22, HFC-134a, R404A, R507, R290, R744 y R600a	88,2
Unidades condensadoras	14,44	R404A, R22	0,2
Sistemas centralizados (Múltiple RAC)	52,15	R404A, R22, R507	11,6

Fuente: UTO, GIZ (2020).

Dentro de los gases refrigerantes referenciados en la tabla 3 existen algunos HCFC y HFC. En la tabla 4 se incluyen los PCA del horizonte temporal de 100 años relativo al CO<sub>2</sub> asociado con dichos gases GEI.

TABLA 4. GEI ASOCIADOS CON SISTEMAS RAC

HCFC				
Gas refrigerante	SAR-Segundo Reporte de Actualización IPCC (1995)	AR4-Cuarto Reporte de Actualización IPCC (2007)	AR5-Quinto Reporte de Actualización IPCC (2014)	Tiempo de vida (años)
HCFC-142b	1800	2310	1980	17,9
HCFC-22	1500	1810	1760	12
HCFC-141b	600	725	782	9,3
HCFC-124	470	609	527	5,8
HCFC-225cb	-	595	525	5,8
HCFC-225ca	-	122	127	1,9
HCFC-123	90	77	79	1,3
HFC				
Gas refrigerante	SAR-Segundo Reporte de Actualización IPCC (1995)	AR4-Cuarto Reporte de Actualización IPCC (2007)	AR5-Quinto Reporte de Actualización IPCC (2014)	Tiempo de vida (años)
HFC-23	11 700	14 800	12 400	222
HFC-143a	1000		1120	47,1
HFC-125	2800	3500	3170	28,2
HFC-227ea	2900	3220	3350	28,2

Fuente: GHG (2016).

## 2.2 PARTICIPACIÓN DEL SECTOR DE REFRIGERACIÓN Y DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE (RAC) EN EL INVENTARIO NACIONAL DE GEI

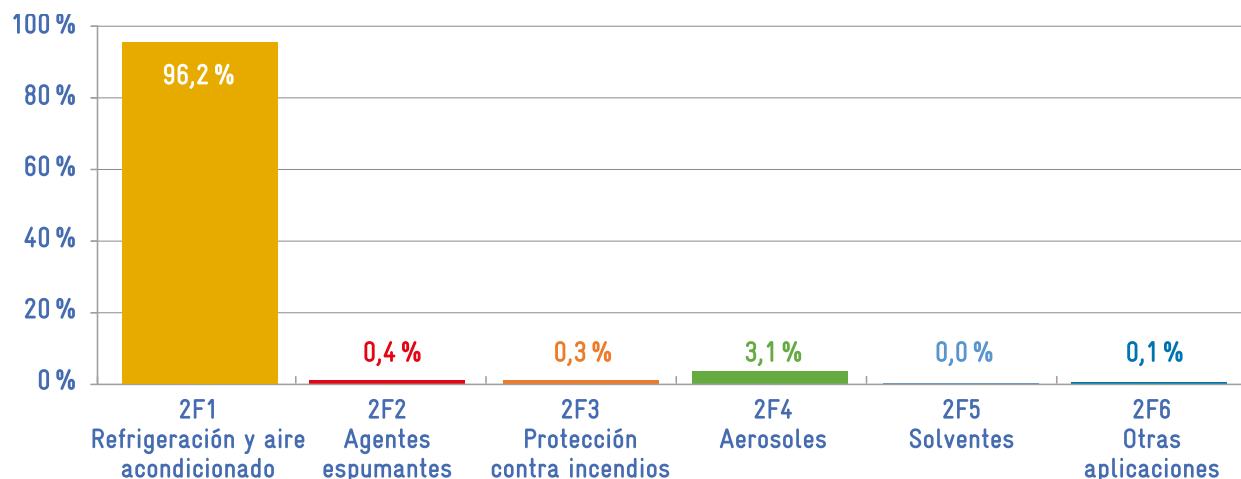
Colombia se ha comprometido, en el marco de la CMNUCC, a reportar periódicamente las actualizaciones de sus circunstancias nacionales en materia de mitigación del cambio climático. Para esto, el país genera reportes sobre los inventarios de emisiones de GEI, los cuales incluyen estimaciones sobre las emisiones directas de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), HFC, hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) y perfluorocarbonos (PFC). En estos reportes la información se presenta organizada en los sectores de (1) energía; (2) procesos industriales y uso de productos (IPPU); (3) agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU), y (4) residuos (IDEAM, Fundación Natura, PNUD, MADS, Cancillería, 2021).

El país presentó, en 2021, el tercer Informe Bienal de Actualización de Cambio Climático (BUR3) con las cifras

más recientes de GEI para 2018. De acuerdo con lo reportado, las emisiones directas totales estimadas de GEI para ese año fueron de 303 MtCO<sub>2</sub>e aproximadamente, de las cuales, el sector de IPPU representó el 3,5 % del inventario nacional, con 10,49 MtCO<sub>2</sub>e (IDEAM, Fundación Natura, PNUD, MADS, Cancillería, 2021).

Además, si bien históricamente<sup>1</sup> la categoría 2F (uso de sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono) generó el 10 % de las emisiones del sector IPPU, para 2018 esta misma categoría aportó el 29,9 % de los GEI de dicho sector, con 3,1 MtCO<sub>2</sub>e. Al revisar en detalle los datos de esta categoría, se encuentra que la subcategoría 2F1 Refrigeración y Aire Acondicionado representa la mayor cantidad de emisiones de la categoría 2F, con el 96,2 % (IDEAM, Fundación Natura, PNUD, MADS, Cancillería, 2021) (véase la figura 2).

FIGURA 2. PARTICIPACIÓN DE LAS EMISIONES CATEGORÍA 2F INGEI (2021)



Fuente: elaboración propia a partir de IDEAM, Fundación Natura, PNUD, MADS, Cancillería (2021).

## 2.3 ESTRATEGIA NACIONAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS Y ALTERNATIVAS QUE MEJOREN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y EL IMPACTO AMBIENTAL DIRECTO DE LOS SISTEMAS Y EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN COMERCIAL DEL SUBSECTOR DE TIENDAS EN COLOMBIA

La Estrategia Nacional para la implementación de medidas y alternativas que mejoren la eficiencia energética y el impacto ambiental directo de los sistemas y equipos de refrigeración comercial del subsector de tiendas en Colombia, en adelante Estrategia Nacional, tiene como objetivo establecer medidas y alternativas que mejoren el rendimiento de los sistemas de enfriamiento existentes, bajo estándares de eficiencia energética y promoviendo la eliminación del consumo de las sustancias controladas por el Protocolo de Montreal. La Estrategia Nacional<sup>2</sup> contiene la caracterización y diagnóstico de los equipos y sistemas de

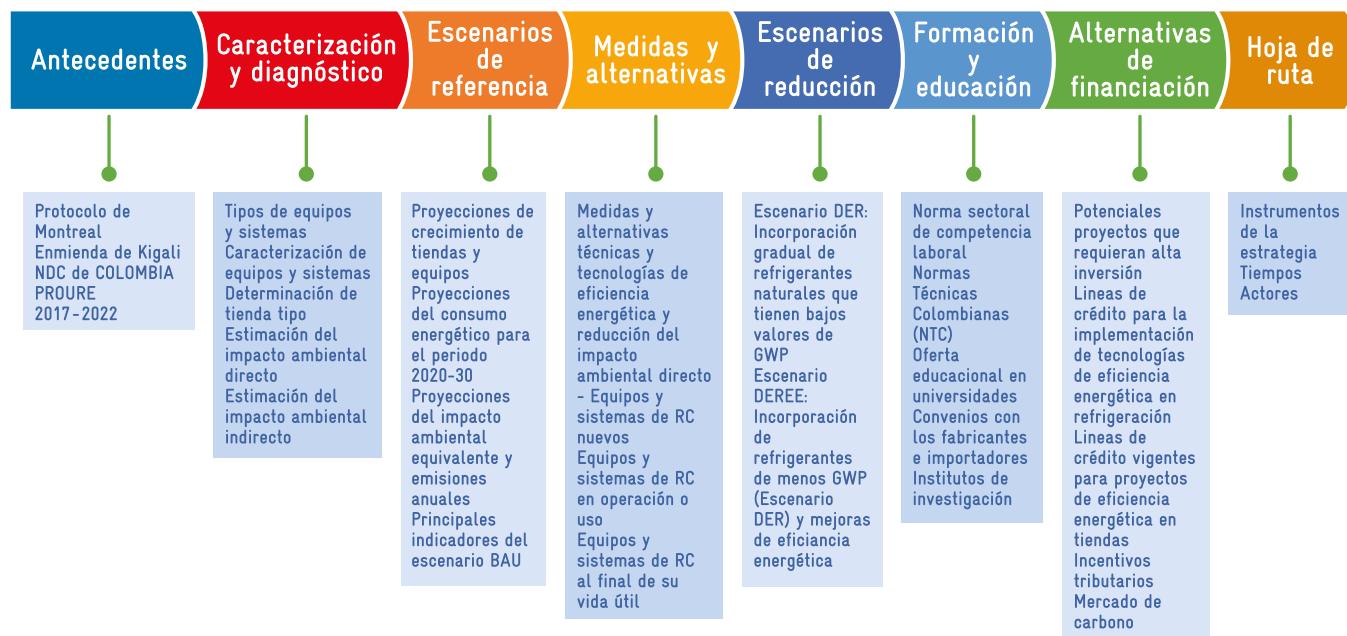
refrigeración comercial; los escenarios de referencia (BAU); la reducción de consumo energético y el impacto ambiental directo para cada tipo de equipo o sistema RAC; las medidas y alternativas técnicas; las tecnologías de eficiencia energética; la reducción del impacto ambiental directo, y temas paralelos como la educación, las alternativas de financiamiento y la hoja de ruta para la implementación de la estrategia a nivel nacional. En la figura 3 se detallan los principales componentes de la Estrategia Nacional.

Como se observa en la figura 4, para 2015, la participación del subsector de la refrigeración comercial dentro del sector

<sup>1</sup> Comprende el periodo 1990-2018.

<sup>2</sup> Véase MinAmbiente (2021).

FIGURA 3. CONTENIDO DE LA ESTRATEGIA NACIONAL PARA EL SUBSECTOR DE TIENDAS EN COLOMBIA

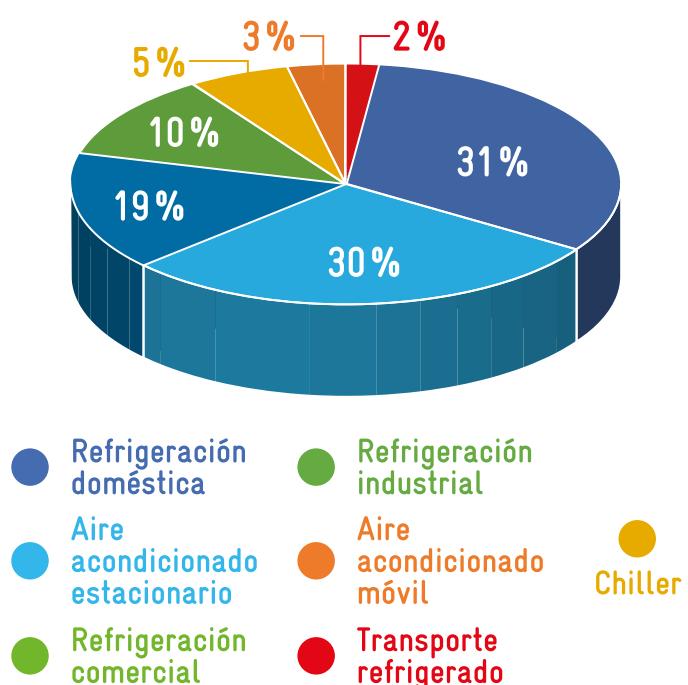


Fuente: elaboración propia a partir de (MinAmbiente; Corporación Ambiental Empresarial, 2021).

RAC en Colombia era del 19%; el subsector con mayores emisiones era el de la refrigeración doméstica con un 31%; seguido por el subsector de aire acondicionado estacionario con el 30%.

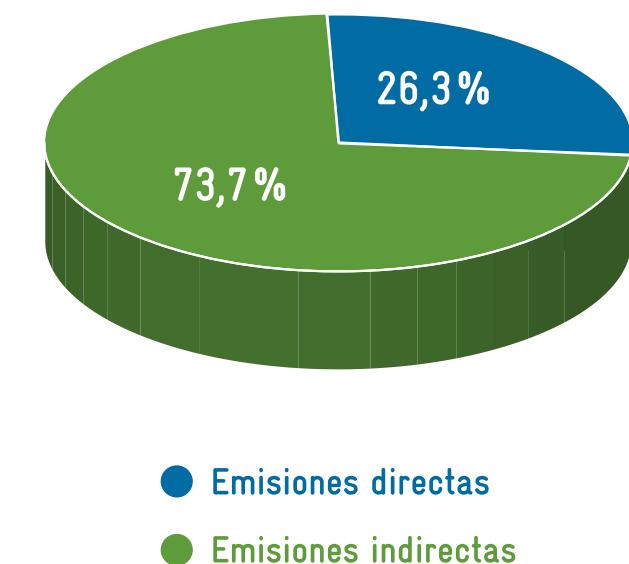
La información recolectada para este estudio encontró que las emisiones indirectas, es decir, las provenientes del consumo de la energía representan el 73,7% del total de emisiones que genera el sector RAC, mientras que las directas alcanzan el 26,3% (véase la figura 5) (GIZ, 2018).

FIGURA 4. DISTRIBUCIÓN DE EMISIÓNES TOTALES POR SUBSECTORES RAC PARA EL 2015



Fuente: (GIZ, 2018).

FIGURA 5. EMISIÓNES DIRECTAS E INDIRECTAS DEL SECTOR DE RAC PARA EL 2015

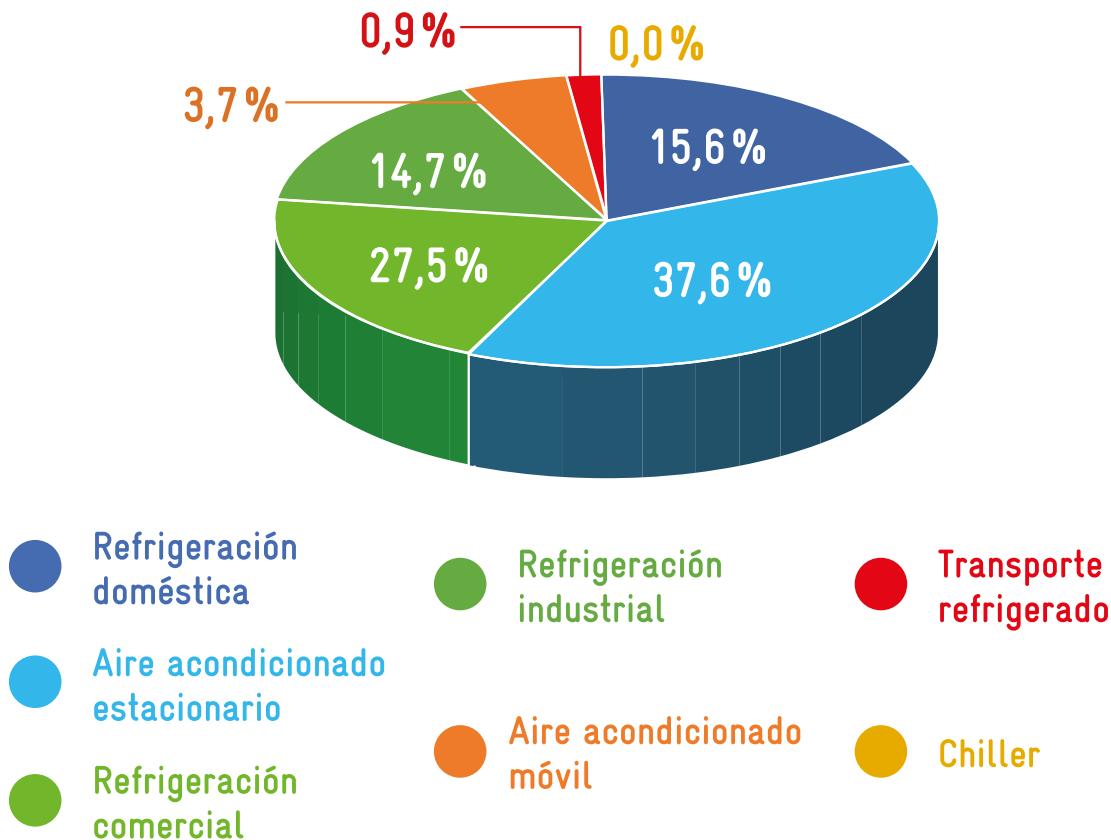


Fuente: (GIZ, 2018).

Bajo los escenarios de reducción, el inventario de Bancos de SAO y HFC establece que para 2030, los subsectores de aire acondicionado estacionario y de la refrigeración comercial son los que mayor potencial de mitigación tendrían anualmente (GIZ, 2018). De las 10,9 MtCO<sub>2</sub>e de potencial, el subsector de aire acondicionado estacionario aportaría el

37,6 % (4,1 Mt CO<sub>2</sub>eq) y el de la refrigeración comercial el 27,5 % (3 Mt CO<sub>2</sub>eq) (véase la figura 6). Lo anterior asume que todos los subsectores de RAC, además de incorporar refrigerantes naturales, también mejoran la eficiencia energética de sus sistemas<sup>3</sup>.

FIGURA 6. APORTE DE LOS SUBSECTORES DE RAC AL POTENCIAL DE MITIGACIÓN ANUAL DEL SECTOR PARA EL 2030



Fuente: (GIZ, 2018).

En consecuencia, se identifica el potencial que tiene el subsector de la refrigeración comercial y, en particular, el

subsector de tiendas, para aportar a las metas ambientales del país<sup>4</sup>.

<sup>3</sup> Corresponde al escenario que considera la introducción de refrigerantes naturales y la mejora en la eficiencia energética de los sistemas RAC, denominado escenario DEREE.

<sup>4</sup> Vale la pena señalar que las cifras presentadas en esta sección no son comparables con las indicadas en la sección 2.2, ya que los datos de la Estrategia provienen de un proyecto particular, en el que se trabajó con una muestra del sector. En cambio, el inventario presenta el panorama general del sector.

### 3. INICIATIVAS DE REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GEI –CASOS DE EJEMPLO– DESARROLLADAS INTERNACIONALMENTE EN EL SUBSECTOR DE TIENDAS

Este capítulo recopila información relevante de cinco iniciativas de reducción de emisiones de GEI, desarrolladas en el exterior, enfocadas en cambios de tecnología y en eficiencia energética. Los casos de ejemplo que se exponen a continuación se encuentran registrados, validados y certificados; y el estado de cada una de las iniciativas permite determinar la viabilidad, su desarrollo e impacto. Además, cada iniciativa utilizó una metodología diferente, lo que permitió contar con diferentes tipos de iniciativas y, así

misma, alcances diferenciados.

#### 3.1 LAS METODOLOGÍAS UTILIZADAS EN LOS CASOS DE EJEMPLO DE INICIATIVAS

Las metodologías utilizadas en los casos de ejemplo de las iniciativas de reducción de emisiones de GEI son las indicadas en la tabla 5:

TABLA 5. METODOLOGÍAS DE LOS CASOS DE EJEMPLO DE LAS INICIATIVAS DE REDUCCIÓN DE EMISIONES GEI

OPORTUNIDAD DE MEJORA	METODOLOGÍA	NOMBRE	PROGRAMA
Refrigeradores y aires acondicionados energéticamente eficientes	AM0120	La metodología proporciona orientación para estimar las reducciones de emisiones para las actividades del proyecto que implican la instalación de nuevos refrigeradores y aires acondicionados de bajo consumo para aplicaciones residenciales/domésticas como reemplazo o nuevos proyectos de ventas.	MDL
Gestión de gases refrigerantes	VM0001 VERSIÓN 1.1.	Metodología de proyecto de eficiencia de detección de fugas de refrigerante automático infrarrojo.	VCS
Actividades de eficiencia energética del lado de la demanda para tecnologías específicas	AMS-II.C	La metodología se enfoca en la instalación de nuevos equipos de eficiencia energética (por ejemplo, lámparas, balastos, refrigeradores, motores, ventiladores, aires acondicionados, sistemas de bombeo y enfriadores) en uno o más sitios del proyecto, como proyectos de modernización o nueva construcción.	MDL
Destrucción de sustancias que agotan el ozono y espuma de alto PCG	ACR	La metodología ACR proporciona un marco para la cuantificación, el monitoreo, la notificación y la verificación de las reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero asociadas con el abastecimiento y la destrucción en los Estados Unidos y sus territorios de (1) SAO de alto PCG provenientes de RAC; (2) agentes de soplado de espuma de alto PCG que se extraen de la espuma de aislamiento; (3) espuma de aislamiento que contiene agentes de soplado con alto PCG.	ACR

En el anexo 2 de este documento se encuentran los detalles paso a paso para la planificación, implementación y desarrollo de proyectos de mitigación de GEI y las metodologías asociadas; así mismo están incluidos los criterios dados en las metodologías preseleccionadas para la formulación de iniciativas de mitigación en el subsector de tiendas.

### 3.2 CASOS DE EJEMPLO DE INICIATIVAS DE REDUCCIÓN DE EMISIÓNES DE GEI

Las iniciativas, que se expondrán a continuación en la tabla 6,

ilustran la variedad de alcances que se pueden plantear; el objetivo de incluirlas en el presente documento es hacer evidentes casos reales implementados que podrían ser referencia o guía para el subsector de tiendas en el país.

#### TABLA 6. INICIATIVAS DE REDUCCIÓN DE EMISIÓNES DE GEI –CASOS DE EJEMPLO– DESARROLLADAS INTERNACIONALMENTE EN EL SUBSECTOR DE TIENDAS

Caso 1	CLIENTE:	Giant Eagle
	METODOLOGÍA:	VM0001
	ALCANCE:	<p>El proyecto pretende reducir los índices de fugas de refrigerantes HFC mediante la detección en tiempo real de fugas de refrigerante utilizando sistemas infrarrojos (IR) instalados en equipos de refrigeración DX, en consonancia con la metodología VCS aprobada y desarrollada por Giant Eagle. La vida útil esperada del equipo de IR es de al menos 15 años. Estos detectores permiten la detección de fugas para CFC, HFC, HCFC y sus mezclas.</p> <p>La inversión de Giant Eagle en estos sistemas IR formará un proyecto agrupado. Los sistemas están instalados en tiendas propiedad de Giant Eagle en Pensilvania y Ohio. Los sistemas IR cubren tanto los sistemas comerciales de refrigeración DX de Giant Eagle como sus sistemas HVAC en estas ubicaciones.</p>
	REDUCCIÓN GEI:	23 000 tCO2e por año
	ENLACE:	<a href="https://registry.verra.org/app/projectDetail/VCS/440">https://registry.verra.org/app/projectDetail/VCS/440</a>
	CLIENTE:	Fundación de Energía de Corea (KEF)
	METODOLOGÍA:	AMS-II.C
Caso 2	ALCANCE:	<p>El proyecto de distribución de neveras de alta eficiencia de la Fundación Coreana de la Energía (KEF) prevé la sustitución de 3052 neveras viejas y poco eficientes en hogares de bajos ingresos. En esta actividad del proyecto se utilizará específicamente una nevera ecológica de nuevo diseño y alta eficiencia energética (modelo: R-B315JB). El proyecto se llevará a cabo en todos los hogares de la República de Corea. Todos los hogares que participen en el proyecto (un total de 3052 hogares) cambiarán sus antiguos modelos de neveras de baja eficiencia por otros de nueva introducción con tecnologías mejoradas y mayor eficiencia energética.</p>
	REDUCCIÓN GEI:	848 tCO2e por año
	ENLACE:	<a href="https://registry.verra.org/app/projectDetail/VCS/629">https://registry.verra.org/app/projectDetail/VCS/629</a>

## CASO 3

INICIATIVA: EOS HFC 310	CLIENTE:	HUDSON TECHNOLOGIES
	METODOLOGÍA:	CAR
	ALCANCE:	Hudson Technologies es un Centro de recuperación de refrigerantes aprobado por la US EPA. En los Estados Unidos, la Ley de Aire Limpio requiere que el refrigerante usado sea procesado por un recuperador certificado por la EPA y técnicos certificados por la EPA. Hudson procesa el refrigerante para eliminar el aceite y el agua para que cumpla con las especificaciones de un gas refrigerante nuevo.
	REDUCCIÓN GEI:	8468 tCO2e por año
	ENLACE:	<a href="https://acr2.apx.com/mymodule/reg/prjView.asp?id1=310">https://acr2.apx.com/mymodule/reg/prjView.asp?id1=310</a>

## CASO 4

INICIATIVA: A-GAS 2019-7	CLIENTE:	A-Gas
	METODOLOGÍA:	ACR
	ALCANCE:	Almacenamiento, pesaje, transporte e incineración de gases refrigerantes. El proyecto de destrucción de SAO 2019-7 fue emprendido voluntariamente por A-Gas para evitar futuras emisiones de GEI en los Estados Unidos. Las SAO del proyecto procedían de Arizona, Texas, California, Florida, Maryland, Virginia, Ohio, Illinois y Georgia. Las SAO se destruyeron en las instalaciones de A-Gas en Bowling Green (Ohio).
	REDUCCIÓN GEI:	91 017 tCO2e por año
	ENLACE:	<a href="https://acr2.apx.com/mymodule/reg/prjView.asp?id1=475">https://acr2.apx.com/mymodule/reg/prjView.asp?id1=475</a>

## CASO 5

INICIATIVA: ECC DESTRUCCIÓN DE SAO 2013	CLIENTE:	EOS CLIMATE
	METODOLOGÍA	ACR
	ALCANCE	Almacenamiento, pesaje, transporte e incineración de gases refrigerantes. Los proyectos de destrucción de SAO de EOS Climate comienzan con la adquisición de refrigerante SAO elegible procedente de fuentes no espumantes. A continuación, el material se transporta, según sea necesario, a un recuperador de refrigerantes certificado por la EPA para su recuperación, agregación y mezcla/muestreo, según proceda. A continuación, las SAO se transportan a Clean Harbors Environmental Services, una planta de incineración autorizada por la RCRA en El Dorado, Arkansas. Clean Harbors tomará una muestra y la enviará para su análisis a un laboratorio certificado por AHRI. A continuación, Clean Harbors destruirá las SAO registrando los pesos previos y posteriores a la destrucción y los datos de control de emisiones requeridos.
	REDUCCIÓN GEI:	255 227 tCO2e por año
	ENLACE:	<a href="https://acr2.apx.com/mymodule/reg/prjView.asp?id1=184">https://acr2.apx.com/mymodule/reg/prjView.asp?id1=184</a>

Fuente: CDM, Verra, ACR y CAR. Adaptado por CO2CERO (2020).

### 3.3 OPORTUNIDADES PARA EL SUBSECTOR DE TIENDAS EN COLOMBIA

En la tabla 7 se relacionan algunos ejemplos de soluciones a situaciones actuales que vive el subsector de tiendas en el país.

TABLA 7. EJEMPLOS DE POSIBLES SITUACIONES PARA REDUCIR EMISIONES DE GEI Y APLICACIÓN SEGÚN LAS METODOLOGÍAS PRESELECCIONADAS

SITUACIÓN ACTUAL	METODOLOGÍA	SOLUCIÓN POR IMPLEMENTAR
El supermercado usa gabinetes de refrigeración que usa HFC como gas refrigerante (p. ej., HFC 134a).	AMS-III.AB	Compra e instalación de nuevos gabinetes de refrigeración, que usen gas refrigerante como R290 o R744.
El supermercado usa equipos de refrigeración y aires acondicionados de expansión directa, que usan HFC como gas refrigerante, y quieren implementar medidas para reducir sus fugas por medio de equipos de detección automática.	VM0001	El supermercado adquiere e instala sistemas de detección automática de fugas por infrarrojo en tiempo real y reduce sus fugas de HFC.
El supermercado autogenera energía eléctrica por medio de combustibles como diésel o gasolina.	AMS-II.B	El supermercado decide cambiar el combustible por otro con un menor factor de emisión, como el gas natural o biomasa.
		El supermercado decide cambiar el equipo de generación de energía por otro con mejor relación entre consumo de combustible y energía generada.
El supermercado quiere reducir la cantidad de emisiones CO <sub>2</sub> e asociados a la energía consumida en una o varias instalaciones o edificio.	AMS-II.E 0	El supermercado decide comprar nuevos equipos y sistemas de RAC, con un menor consumo energético.
		El supermercado decide mejorar el diseño, la construcción y la adecuación arquitectónica del supermercado, incluyendo mejoramiento en la transferencia por los techos, ventanas y muros como el uso de pintura atémica o aislante térmico para edificaciones.
El supermercado quiere reducir la cantidad de emisiones CO <sub>2</sub> e asociados a la energía consumida en una o varias instalaciones o edificio.	AMS-II.Q	Una cadena de supermercados decide implementar un sistema de simulación computarizada para medir su consumo de energía actual o para la construcción de un nuevo supermercado, en condiciones de operación normales e implementar actividades como: características de diseño de edificios energéticamente eficientes. Implementación de equipos nuevos y sistemas de RAC, con un menor consumo energético. Proyectos de generación de energía renovable. Las actividades pueden ser individuales o combinadas.

Fuente: MDL, VERRA. Adaptado por CO2Cero, 2020.

## 4. MERCADOS DE CARBONO PARA LA REDUCCIÓN DE GEI

Una de las alternativas que considera la ENEEAS, detallada en el capítulo anterior, es aquella de ofrecer los resultados de mitigación de GEI en mercados voluntarios de carbono para obtener financiación de las iniciativas implementadas. En este capítulo se busca realizar una revisión de los principales instrumentos para la fijación del precio al carbono, un acercamiento a los mercados de carbono obligatorios y voluntarios, así como su relación con los proyectos de eliminación de SAO y reducción de HFC y las metodologías reconocidas internacionalmente de cuantificación de reducción de emisiones de GEI.

Los mercados de carbono son una de las modalidades de formación de precios al carbono desarrollados en el mundo,

con los que se busca reducir las emisiones de GEI mediante la señal de precio que pretende la internalización de los costos de emitir GEI. Otro instrumento de fijación de precios al carbono es el impuesto al carbono<sup>1</sup>.

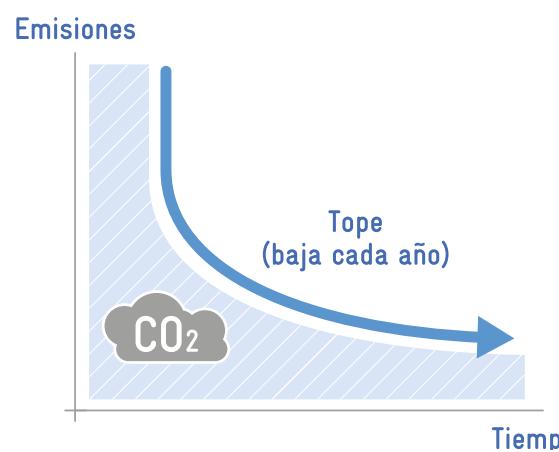
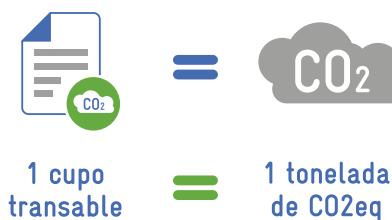
Existen múltiples mercados de carbono a nivel mundial caracterizados por sus reglas, tipos de activos comercializados y actores involucrados. Se distinguen dos grandes categorías, dependiendo de si los participantes adquieren estas unidades de carbono para cumplir una obligación legal (mercados obligatorios) o de manera voluntaria (mercados voluntarios). Estos se describen a continuación.

### 4.1 MERCADOS OBLIGATORIOS: SISTEMA DE COMERCIO DE EMISIONES (SCE)

Los mercados obligatorios o de cumplimiento de carbono se crearon con la idea de imponer límites y costos adicionales a las empresas de los países que los reglamentan para que internalizaran la generación de emisiones de GEI como un costo negativo dentro de sus procesos. El Sistema de Comercio de Emisiones es un ejemplo claro de este tipo de mercados.

En los SCE, bajo el principio de "tope y precio" (*cap and trade*, en inglés), los gobiernos establecen un límite máximo o "tope" sobre las emisiones totales de GEI que uno o más sectores de la economía pueden generar y expide unos derechos, permisos de emisión o cupos transables por el total de toneladas de GEI que conforman el límite (véase la figura 7). Las empresas reguladas en estos sectores deben contar con un permiso por cada tonelada de GEI que emiten, pueden recibir o comprar permisos y así comerciar con otras compañías (International Carbon Action Partnership ([ICAP], 2016).

FIGURA 7. PRINCIPIO DE "TOPE Y PRECIO" EN LOS MERCADOS OBLIGATORIOS DE CARBONO



Fuente: tomado de Climate Focus *et al.* (2020).

1 Sin embargo, el otorgamiento de subsidios al consumo de bienes de baja intensidad de carbono o al costo de capital de financiamiento de proyectos de inversión para actividades económicas de bajo carbono o la remoción de subsidios a los combustibles fósiles también podrían ser considerados mecanismos para la fijación de precios al carbono (Aiello *et al.*, 2018).

2 Se considera mercado primario y usualmente tiene su propia plataforma.

3 Se considera el mercado secundario y puede ser a través del *over the counter*, es decir, entre dos partes directamente o con intermediarios en las bolsas de valores.

- Emplear certificados de reducción de emisiones provenientes de proyectos de mitigación de sectores no regulados por el SCE<sup>4</sup> o, en ciertos casos, de proyectos fuera del territorio nacional, si el Gobierno así lo permite. Se estima que la mayoría de los certificados de reducción de emisiones<sup>5</sup>, que se han transado actualmente, han sido para cumplir obligaciones impuestas a las organizaciones (World Bank, 2020). Sin embargo, debido a la heterogeneidad de estos mercados, no es posible determinar el número total de certificados transados en estos sistemas.
- Usar cupos que fueron acumulados en años anteriores porque no hubo necesidad de emplearlos en dichas vigencias<sup>6</sup>.

Los SCE han sido adoptados por distintas jurisdicciones, con el fin de avanzar en el cumplimiento de las metas de cambio climático y transformar sus economías hacia un desarrollo sostenible. En el caso de Colombia, la Ley 1931 de 2018 en su artículo 30 crea el Programa Nacional de Cupos Transables de Emisiones de GEI (PNCTE), por medio del cual se establecerán y subastarán cupos transables de emisión de GEI. La norma determina las disposiciones básicas para el Programa y define un cupo transable de emisión de GEI como un derecho negociable que autoriza a su titular para emitir una tCO2e u otro GEI por una cantidad equivalente a una tCO2e.

El país actualmente se encuentra en el proceso de implementar el PNCTE, el cual está en fase de reglamentación con miras a su funcionamiento hacia 2025. Una vez este se implemente convertiría a Colombia en el segundo país de América Latina (junto a México) en promulgar legislación para un Sistema de Comercio de Emisiones (SCE) nacional.

## 4.2 MERCADOS VOLUNTARIOS

Los mercados voluntarios permiten a cualquier entidad, pública o privada, gobiernos o empresas compensar sus emisiones o "neutralizar" su huella de carbono de forma voluntaria. Esto no quiere decir que no exista reglamentación que deban cumplir las iniciativas de mitigación que generan los certificados de reducción de emisiones que se transan en este tipo de mercados. Dichos certificados son adquiridos principalmente por el sector privado, que busca ir más allá y compensar sus emisiones aún cuando no tiene la obligación de hacerlo. Algunas de las principales motivaciones para la compra de este tipo de activos climáticos son la responsabilidad social corporativa (RSC), ética, reputación, relaciones públicas y beneficios ambientales, entre otros. Dada la naturaleza voluntaria de este mercado, no hay sanciones para las empresas que no decidan participar (CEMCO2, 2023).

Es posible que los certificados de reducción de emisiones diseñados para transarse en el mercado obligatorio los adquieran organizaciones en el marco del mercado voluntario. Sin embargo, los certificados diseñados para el mercado voluntario, en muy raras ocasiones, son aceptados en el mercado obligatorio, a menos que se encuentre explícitamente descrito en el régimen de cumplimiento establecido por la jurisdicción que cuenta con estos dos tipos de mercado (GHG Management Institute, 2020).

Las iniciativas de mitigación que generan certificados para el mercado voluntario deben cumplir una serie de condiciones que permitan verificar que las emisiones reducidas o removidas son legítimas, transparentes, confiables y pueden aportar al avance en las metas nacionales de cambio climático. Para esto, se han desarrollado programas de certificación o estándares de carbono que sirven como garantía de la veracidad e integralidad de los proyectos. Asimismo, las iniciativas de mitigación deben cumplir con las normas nacionales (específicamente las disposiciones establecidas mediante la Resolución 1447 de 2018 y su modificación parcial en la Resolución 0831 de 2020) e internacionales de derechos de las comunidades, sus territorios y conservación de los recursos naturales.

Un certificado de reducción de emisiones o remoción de GEI resulta luego de que organismos independientes y acreditados realizan, por solicitud del dueño de la iniciativa de mitigación, un proceso de validación y verificación. Por un lado, se valida la formulación de la iniciativa. Por el otro, una vez el proyecto es implementado, se verifican los resultados obtenidos en cada periodo de monitoreo. Una vez se ejecutaron estos procesos, sucede la certificación, la cual es emitida por un programa de certificación o estándar de carbono.

Los estándares de certificación del mercado voluntario son de origen privado y representan un conjunto de reglas y procedimientos para el desarrollo de proyectos de mitigación. Aunque no sea obligatoria su aplicación, la gran mayoría de los proyectos de reducción de emisiones de carbono acuden a un estándar del mercado voluntario para guiar el desarrollo del proyecto, asegurar la adicionalidad y transparencia de las reducciones de emisiones generadas por la iniciativa, lo que también es aceptado para fines de cumplimiento legal en varios instrumentos de fijación del precio al carbono (CBS Colombia, 2018).

Algunos de los estándares de certificación del mercado voluntario son: Estándar Voluntario de Carbono (VCS) (por su sigla en inglés), Gold Standard, Climate Action Reserve, Climate, American Carbon Registry (ACR), Community and Biodiversity Alliance Standard (CCBA), entre otros (véase la tabla 8).

<sup>4</sup> Comúnmente, el uso de estos créditos es para cubrir únicamente una parte de las emisiones.

<sup>5</sup> El concepto de *compensación de carbono* surgió a finales de la década de 1980, cuando los formuladores de políticas comenzaron a evaluar instrumentos efectivos para combatir el cambio climático. El interrogante principal era cuánto costaba emitir GEI para así determinar qué castigo o limitante se impone a esta externalidad de aumentar el calentamiento global. Hoy día, esta pregunta se sigue abordando desde diferentes enfoques metodológicos.

<sup>6</sup> A esta posibilidad se le conoce como acumulación de cupos transables o *banking*.

TABLA 8. ALGUNOS ESTÁNDARES DE CERTIFICACIÓN INDEPENDIENTES EN EL MERCADO VOLUNTARIO

ESTÁNDARES DE CERTIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
VERIFIED CARBON STANDARD (VCS)	Verra es una entidad fundada en 2005, con el objetivo de abordar los desafíos ambientales y sociales actuales, mediante el desarrollo y gestión de estándares que ayudan al sector privado, los países y la sociedad civil a alcanzar objetivos de desarrollo sostenible y acción climática. Verra cuenta con el Programa VCS, el cual permite que los proyectos verificados conviertan sus reducciones y absorciones de emisiones de GEI en créditos de carbono negociables. Los proyectos de VCS incluyen docenas de tecnologías y medidas que resultan en la reducción y remoción de emisiones de GEI (VERRA, VERRA Programa VCS, 2020). El programa cuenta con 68 metodologías propias; además, todas las metodologías aprobadas por el CDM de la CMNUCC y las desarrolladas por el Climate Action Reserve son elegibles para su uso con el Programa VCS.
AMERICAN CARBON REGISTRY	Es un programa líder de compensación de carbono a niveles nacionales. Funciona como un Registro de Proyectos de Compensación (por su sigla en inglés, OPR) aprobado para el programa Cap-and-Trade de California. A la fecha cuentan con 20 metodologías aprobadas y vigentes para diferentes sectores productivos, identificándose 3 con información relevante para el marco de referencia del subsector supermercados.
CLIMATE ACTION RESERVE	Es una organización que interactúa principalmente con empresas y organizaciones que participan en los mercados de carbono o en la política de cambio climático de Estados Unidos. Climate Action Reserve cuenta con un programa de registro y las transacciones de los proyectos desarrollados bajo sus protocolos. A la fecha cuentan con 19 protocolos vigentes para diferentes sectores productivos, identificándose 2 con información relevante para el marco de referencia del subsector supermercados.
GOLD STANDARD	Establecido en 2003 por WWF y otras ONG internacionales para garantizar que los proyectos que reducen las emisiones de carbono presentan los niveles más altos de integridad ambiental y también contribuyen al desarrollo sostenible. Con la adopción del Acuerdo Climático de París y los ODS, se lanzó un estándar de mejores prácticas para intervenciones climáticas y de desarrollo sostenible, Gold Standard for the Global Goals. Los requisitos del estándar se adaptan a la actividad y objetivos específicos de cada iniciativa, ya sea que deseé monetizar los impactos mediante la emisión de créditos de carbono u otros instrumentos o simplemente certificar los impactos del proyecto por su credibilidad y valor de marca. Los desarrolladores tienen múltiples opciones para la certificación: originar un proyecto, hacer la transición de un proyecto existente de MDL u otros estándares a Gold Standard o certificar los impactos en el desarrollo sostenible de un proyecto emitido bajo otra norma (Gold Standard, s. f.).

Fuente: CO2CERO (2020b).

A nivel nacional, en el mercado voluntario se transan los certificados de reducción de emisiones entre empresas de diferentes sectores, como una acción de sostenibilidad voluntaria. Sin embargo, la creación de la no causación del impuesto nacional al carbono<sup>7</sup> dinamizó rápida y fuertemente dicho mercado, pues los certificados se convirtieron en una opción para no causación, teniendo en cuenta que el valor de los certificados para el mercado es delimitado por el valor del impuesto al carbono.

<sup>7</sup> El impuesto al carbono es un instrumento económico que permite internalizar en el flujo contable de las empresas el costo de las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas en su actividad productiva. Este gravamen recae sobre el contenido de carbono de todos los combustibles fósiles, incluyendo el carbón, todos los derivados de petróleo y todos los tipos de gas fósil que sean usados con fines energéticos, siempre que sean utilizados para combustión. A 2023, el impuesto tiene un valor de 23 394 de pesos por cada tCO<sub>2</sub>e.

La Resolución 1447 de 2018 reglamenta el sistema MRV de las acciones de mitigación a nivel nacional y el RENARE, en el cual todo titular de aquellas iniciativas de mitigación que pretendan optar a pagos por resultados o compensaciones similares y aquellas que pretendan aportar sus resultados para el cumplimiento de metas nacionales, debe registrar el proyecto desde su etapa de factibilidad. Además, se ha especificado que, a partir del 2020, los titulares de iniciativas solo pueden reportar al RENARE resultados de mitigación de GEI que tengan una vigencia menor a los cinco años.

Existen diferentes programas de certificación que tienen funcionamiento en el mercado de carbono de Colombia. Dentro de todos estos existe una oferta de certificados de carbono válidos para la no causación al impuesto y también para las compensaciones voluntarias por fuera de la no causación, siempre y cuando cumplan los criterios establecidos en el Sistema MRV<sup>8</sup>.

Dos estándares internacionales que pueden ser considerados por las cadenas de supermercados para obtener los certificados de reducción de emisiones son Gold Standard y Verra. No obstante, es importante tener en cuenta que la oferta de certificados se encuentra categorizada por diferentes sectores para los proyectos de reducción de emisiones de GEI. En ese sentido, para el programa de Gold Standard solo existen registradas iniciativas de mitigación nacionales para el sector de energía y de aforestación/ reforestación, en las que el sector de energía cuenta con la

mayor participación. Por otro lado, para Verra, se presenta una oferta un poco más amplia frente a sectores, incluyendo, a diferencia de Gold Standard, proyectos en el sector REDD+ y en residuos. La participación de REDD+ tiene mayor influencia en este programa frente al resto de sectores.

Dentro del alcance nacional existen diferentes estándares de carbono que realizan el proceso de certificación y registro de proyectos de reducción de emisiones, dentro de los cuales se encuentran CERCARBONO, BioCarbon Registry, Ecoregistry, COLCX entre otros. Se recomienda, sin embargo, indagar si estos programas de certificación cuentan con metodologías que puedan aplicarse a iniciativas de mitigación que realice el subsector de tiendas.

Finalmente, existen varias metodologías específicas para certificar las reducciones de emisiones en sistemas de refrigeración y otros sectores. Por ejemplo, la metodología más relevante para abordar este tema en el MDL es la "Metodología AMS-III.AE: Reducción de emisiones de HFC a través de mejoras en el manejo de los sistemas de refrigeración y aire acondicionado". Esta metodología se aplica a proyectos que buscan reducir las emisiones de hidrofluorocarbonos (HFC), GEI utilizados comúnmente en sistemas de refrigeración y aire acondicionado. Sin embargo, cada proyecto deberá realizar el proceso de certificación, el cual inicia con la identificación de la metodología que se ajusta mejor a las condiciones y características del proyecto (véase el anexo 2).

## 4.3 COMPARACIONES ENTRE LOS MERCADOS DE CARBONO EXISTENTES<sup>9</sup>

En esta sección se mencionan algunas características propias de cada uno de los mercados de carbono existentes, en cuanto a la unidad de medida de transacción, principales

diferencias y actores involucrados. Lo anterior con el fin de darle mayor claridad y comprensión a esta temática.

### 4.3.1 ¿Qué tipos de unidades se comercializan en los mercados de carbono y dónde?

Si bien una unidad de carbono representa una tonelada de GEI, existen dos tipos de unidades que pueden ser comercializadas en los mercados de carbono y tienen unas características principales que las diferencia (véase la tabla 9).

- Los certificados de reducción de emisiones: representan la reducción o absorción de una tCO2e, los cuales son

certificados por estándares específicos y verificadas por una tercera parte independiente<sup>10</sup>.

- Los cupos transables de emisión de GEI (también conocidos como derechos o permisos de emisión): representan el "derecho" a emitir una tCO2e o GEI. Únicamente se utilizan en los SCE y son expedidos por los gobiernos<sup>11</sup>.

8 Existen certificados que tienen características que los hacen ser válidos porque cumplen con las exigencias para demostrar ser carbono neutro, en tanto que hay otros certificados que son usados para las compensaciones voluntarias que no tienen los mismos requisitos que los primeros, teniendo en algunos casos unas exigencias menos estrictas.

9 Esta sección se basa en el documento "Ficha informativa #4. Los mercados de carbono", elaborado por Climate Focus, Aköre y Climate Outreach en 2020 y publicado en la página de MinAmbiente. Disponible en [https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/05/12\\_2020\\_FICHA\\_INFORMATIVA\\_\\_4\\_Los-mercados-de-carbono\\_compressed-1.pdf](https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/05/12_2020_FICHA_INFORMATIVA__4_Los-mercados-de-carbono_compressed-1.pdf)

10 Véase Sistema para la reducción de emisiones. Reverdece. Ficha informativa 4. Los mercados de carbono.

11 Véase Sistema para la reducción de emisiones. Reverdece. Ficha informativa 4. Los mercados de carbono.

TABLA 9. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES QUE DIFERENCIAN A LOS TIPOS DE UNIDADES

	CERTIFICADOS DE REDUCCIÓN DE EMISIONES	CUPOS TRANSABLES DE EMISIÓN
GENERACIÓN DE UNIDADES	Provienen de iniciativas de mitigación <sup>12</sup> , las cuales se certifican bajo diferentes estándares de carbono o programas de certificación. Cada estándar <sup>13</sup> define su propia metodología (la cual debe estar alineada con los criterios del sistema MRV), cobertura geográfica y sectorial y reglas de operación.	Son emitidos por los gobiernos de cada SCE y únicamente se expiden los cupos asociados al tope de emisiones.
MERCADOS DONDE SE TRANSAN	Pueden ser utilizados tanto en el mercado obligatorio (si así lo establece su diseño) como en el voluntario, siempre y cuando cumplan con todos los parámetros establecidos en el MRV y por los programas de certificación.  Para su comercialización, cada estándar tiene su propia plataforma de registro en la que se compran y venden los créditos. Cada unidad tiene un número serial que evita la "doble contabilidad".	Son utilizados en los SCE. Su comercio dentro del sistema se realiza en el mercado primario, a través de subastas y en el mercado secundario, con otras empresas reguladas o a través de mercados financieros <sup>14</sup> .
PROCESO DE VERIFICACIÓN	El titular de la iniciativa de mitigación debe garantizar que las reducciones o absorciones sean reales, adicionales <sup>15</sup> , permanentes (no reversibles, por ejemplo, en proyectos forestales), medibles y verificables, a través de un Organismo de Validación y Verificación (OVV) independiente.	Los agentes regulados deben garantizar la veracidad y precisión en el nivel de emisiones reportado y comprobar que tienen los cupos suficientes para respaldarlas a través de un OVV independiente.

Fuente: tomado de Climate Focus *et al.* (2020).

#### 4.3.2 ¿Cuáles son las diferencias entre los mercados de carbono obligatorios y los voluntarios?

Si bien cada mercado define los requisitos que deben cumplir las unidades de carbono que en ellos se comercializan y su oferta y demanda pueden variar, los mercados no son mutuamente excluyentes y pueden

interactuar y complementarse para alcanzar el objetivo de reducir las emisiones de GEI. La tabla 10 resume los principales aspectos.

12 Véase la sección "Términos y definiciones".

13 Véase la sección "Términos y definiciones".

14 Puede ser a través del *over the counter*, es decir, entre dos partes directamente sin necesidad de un intermediario o mediante las bolsas de valores. También pueden ser a través de diferentes segmentos de mercado como el mercado de contado (*spot*) y contratos a futuro (*forward*).

15 Este concepto hace referencia a que los resultados de una iniciativa de mitigación deben generar un aporte en reducción de emisiones o aumento de remociones antrópicas, que no hubiese sucedido sin la implementación de la actividad del proyecto (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, s. f.).

TABLA 10. DIFERENCIA ENTRE EL SCE Y LOS MERCADOS VOLUNTARIOS

	UNIDAD COMERCIALIZADA	OFERTA	DEMANDA
SCE	Cupos transables de emisión  Certificados de reducción de emisiones de carbono de uso limitado.	Los cupos son expedidos por el regulador (Gobierno) con base en el tope.  Los certificados de reducción de emisiones de carbono son generados en proyectos desarrollados por sectores no regulados bajo el SCE y con estándares autorizados por el regulador del SCE.	Entidades reguladas bajo el SCE que deben respaldar sus emisiones con cupos transables de emisión de GEI o lo pueden hacer empleando certificados de reducción de emisiones bajo un rango máximo permitido.
MERCADOS VOLUNTARIOS	Certificados de distintos estándares, reducciones voluntarias de las emisiones, unidades de carbono voluntarias.	Generados por iniciativas de mitigación aprobadas bajo estándares específicos.	Entidades privadas, públicas, Gobiernos, sin ánimo de lucro y con fines de responsabilidad social mediante la compensación de sus emisiones.  Entidades privadas que están reguladas por algún instrumento de precio al carbono (impuestos al carbono o SCE) que permite mecanismos de compensación para el respectivo cumplimiento.

Fuente: tomado de Climate Focus *et al.* (2020)<sup>16</sup>.

#### 4.3.3 ¿Cuáles son los principales actores en los mercados de carbono?

La participación de los actores y su rol dentro de un mercado de carbono depende del tipo de mercado y del tipo de unidades que se transan durante su operación. En ese sentido, debido a la diversidad de mercados de carbono,

a continuación, se presentan en la tabla 11 aquellos actores –diferentes a las entidades que transan cupos o certificados de carbono– y sus roles dentro de cada uno de los mercados existentes.

<sup>16</sup> Ficha informativa n.º 4. Los mercados de carbono. [https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/05/12\\_2020\\_FICHA\\_INFORMATIVA\\_\\_4\\_Los-mercados-de-carbono\\_compressed-1.pdf](https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/05/12_2020_FICHA_INFORMATIVA__4_Los-mercados-de-carbono_compressed-1.pdf)

TABLA 11. PRINCIPALES ACTORES EN LOS MERCADOS DE CARBONO

ACTOR	SCE (MERCADO OBLIGATORIO)	MERCADO VOLUNTARIO
<b>GOBIERNO</b>	Es el regulador del mercado. Determina el tope, la asignación de cupos, cumplimiento, operación y vigilancia del mercado.	Establece las reglas para la compensación, las características de las iniciativas de mitigación para generar créditos y los requisitos de acreditación de los OVV.
<b>ORGANISMOS DE VALIDACIÓN Y VERIFICACIÓN (OVV) ACREDITADO</b>	Son entidades independientes acreditados para verificar el nivel de emisiones que las empresas producen.	Son entidades independientes acreditadas para verificar la reducción o absorción de emisiones que genera una iniciativa de mitigación <sup>17</sup> .
<b>ESTÁNDARES DE CARBONO O PROGRAMAS DE CERTIFICACIÓN DE GEI</b>	Establecen las reglas y requisitos básicos que deben cumplirse para que las unidades de carbono de cualquier proyecto, programa o actividad sean certificadas o aprobadas. Estas reglas también incluyen la metodología de contabilidad de emisiones, monitoreo, evaluación independiente y transparencia (evitar doble contabilidad).	
<b>REGISTRO</b>	El SCE requiere distintas plataformas: infraestructura para el registro de emisiones, la de compra y venta de cupos, la de subastas (en caso de haber) y la de certificados de reducción de emisiones.	Infraestructura en la que se registra la información y el estatus del proyecto: en implementación, rendimiento, número de créditos disponibles o vendidos. Cada estándar maneja su propio registro.
<b>OTROS ACTORES</b>	Entidades que no están encargadas de la regulación como organizaciones no gubernamentales o comunidades locales que buscan reducir la demanda de unidades de carbono para incrementar la ambición climática.	

Fuente: tomado de Climate Focus et al. (2020)<sup>18</sup>.

<sup>17</sup>Todas las iniciativas de mitigación deben surtir procesos de validación y verificación. Dicho proceso deben hacerlo de tercera parte, es decir, con un organismo independiente y acreditado como lo son los OVV, a fin de optar por pagos por resultados o compensaciones similares.

<sup>18</sup>Ficha informativa 4. Los mercados de carbono. [https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/05/12\\_2020\\_FICHA\\_INFORMATIVA\\_\\_4\\_Los-mercados-de-carbono\\_compressed-1.pdf](https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/05/12_2020_FICHA_INFORMATIVA__4_Los-mercados-de-carbono_compressed-1.pdf)

## 5. CICLO DE VIDA DE LAS INICIATIVAS DE MITIGACIÓN DE GEI EN COLOMBIA PARA SUPERMERCADOS

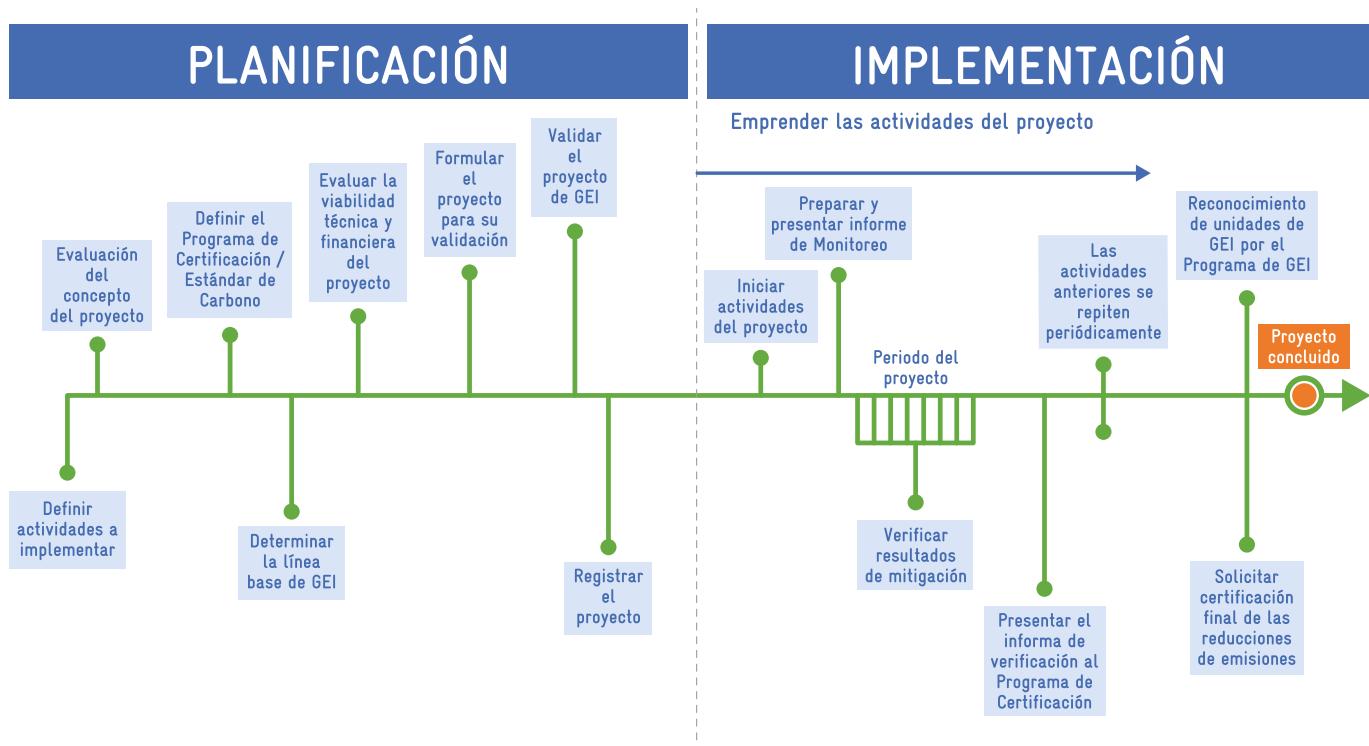
Como se menciona en la sección 4.2 de este documento, las iniciativas de mitigación que generan certificados de reducción de emisiones y que son transados en el mercado voluntario de carbono deben cumplir una serie de condiciones que permitan verificar que las emisiones reducidas o removidas son reales. La participación del subsector de tiendas en los mercados de carbono, por medio de la generación de certificados de carbono, requiere tanto de la validación de las iniciativas sectoriales de mitigación en equipos y sistemas de refrigeración comercial, como de la verificación de sus resultados por un Organismo de Validación y Verificación, según estándares y metodologías aprobadas.

En ese sentido, las iniciativas de reducción de emisiones de GEI en el subsector de supermercados deben estar alineados con la normativa nacional relacionada y los diferentes programas de certificación. El desarrollo de iniciativas de mitigación en equipos y sistemas de refrigeración comercial

debe cumplir con los requisitos básicos establecidos en la Resolución 1447 de 2018. Adicional a esto, se sugiere considerar los requisitos del Clean Development Mechanism (CDM) y Verified Carbon Standard (VCS), como Programas de Certificación o Estándares de Carbono, ya que en ellos pueden ser registrados proyectos bajo las metodologías identificadas para sistemas de refrigeración y aires acondicionados. Los certificados emitidos producto de los proyectos formulados bajo los requisitos de estos programas podrán ser usados en el mecanismo de no causación del impuesto al carbono o en el mercado de carbono voluntario.

Cualquier persona u organización podrá llevar a cabo una iniciativa de mitigación, siguiendo dos fases: planificación e implementación. A continuación, se presentan las principales actividades y aspectos de estas dos fases, las cuales hacen parte del desarrollo de este tipo de proyectos (véase la figura 8).

FIGURA 8. ACTIVIDADES SUGERIDAS DE PLANIFICACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE INICIATIVAS DE MITIGACIÓN DE EMISIONES EN SUPERMERCADOS–GESTIÓN DE GASES REFRIGERANTES O EFICIENCIA ENERGÉTICA



Fuente: elaboración propia, adaptado de la norma NTC-ISO 14064-2:2019<sup>11)</sup>.

La fase de planificación inicia desde la concepción de la idea del proyecto y su relación con la posibilidad de reducir emisiones de GEI hasta su registro ante un Programa de Certificación o Estándar de Carbono. En particular, en esta fase se debe evaluar si las actividades del proyecto propuesto y los requerimientos de adicionalidad cumplen

ISO 140 con el marco legal vigente, prácticas nacionales y lineamientos internacionales. Se establecen las condiciones y características de la iniciativa de forma clara y se evalúa la metodología de certificación, así como las condiciones que cada estándar plantea y su alineación con el proyecto. También se debe evaluar su viabilidad técnica y financiera.

11 Véase ISO 14064-2:2019. Greenhouse gases. Part 2: Specification with guidance at the project level for quantification, monitoring and reporting of greenhouse gas emission reductions or removal enhancements. Link: ISO 14064-2:2019 – Greenhouse gases – Part 2: Specification with guidance at the project level for quantification, monitoring and reporting of greenhouse gas emission reductions or removal enhancements

En esta fase, una vez entre en funcionamiento el RENARE en Colombia, se debe registrar en dicha plataforma la iniciativa de mitigación desde su concepción como idea de proyecto.

En términos generales, los pasos para efectuar la fase de planificación son:

1. Definir la(s) actividad(es) a implementar por el titular de la iniciativa de mitigación.
2. Identificar los diferentes participantes del proyecto.
3. Seleccionar la metodología adecuada para determinar la reducción de emisiones generada por la iniciativa de mitigación (paso 1) en la región definida por el proyecto.
4. Definir el Estándar de Carbono o Programa de Certificación de GEI.
5. Determinar los límites del proyecto y la línea base<sup>2</sup>.
6. Evaluar la viabilidad técnica y financiera de la iniciativa.
7. Formular el proyecto para su validación y registro ante el Estándar de Carbono.
8. Solicitar la validación del proyecto por parte de un Organismo de Validación y Verificación (OVV) acreditado según la norma e independiente.
9. Solicitar el registro del proyecto ante el Estándar de Carbono o Programa de Certificación de GEI.

Por su parte, las actividades generales que deben ser consideradas en la fase de implementación inician con la puesta en marcha del proyecto; la aplicación de la metodología de monitoreo con una determinada frecuencia, teniendo en cuenta que cada vez que se monitorea se debe cuantificar la reducción de emisiones; solicitar la verificación ante un OVV y la certificación de dichas emisiones reducidas. Se finaliza cuando el periodo de acreditación permitido por el estándar de carbono para esa iniciativa termina.

En términos generales, los pasos para llevar a cabo la fase de implementación son:

1. Implementar la actividad de la iniciativa, incluyendo las actividades necesarias para su monitoreo.
2. Registrar los resultados en el Reporte de Monitoreo (RdM), de acuerdo con los formatos que establezca el Estándar de Carbono o Programa de Certificación de GEI o la estructura ofrecida por la norma NTC-ISO 14064-2 en su versión más reciente.
3. Solicitar la verificación de los resultados de mitigación monitoreados ante un Organismo de Validación y Verificación independiente y acreditado.
4. Solicitar la certificación de la reducción de emisiones verificadas ante el Estándar de Carbono o Programa de Certificación de GEI, en el que el proyecto se encuentra registrado.

Es importante mencionar que con la misma frecuencia con la cual se lleva a cabo el monitoreo de los resultados de mitigación de la iniciativa se deben realizar también los pasos 2 a 4. Este ciclo de actividades termina cuando el periodo de acreditación permitido por el Estándar de Carbono para esa iniciativa finaliza.

Asimismo, debe indicarse que, para cada fase, existen actividades comunes, como las consultas a partes interesadas, la elaboración de los documentos del proyecto o las acciones de validación y la verificación, realizadas por un OVV acreditado para esto.

La validación se debe realizar al final de la fase de planificación, mientras que la verificación se debe realizar durante la fase de implementación, cada vez que se monitorean los resultados de mitigación. Los Estándares de Carbono o Programas de Certificación de GEI establecen reglas específicas para la ocurrencia y frecuencia de la validación y la verificación o actividades similares, así como para los OVV competentes, que cumplen con requisitos como el reconocimiento por parte de un organismo de acreditación de que sus procesos son adecuados para ofrecer validaciones y verificaciones (como la norma NTC-ISO 1406514065 o aquella que la modifique o sustituya). En Colombia, estos procesos deben asegurar el cumplimiento de los requisitos normativos que defina el regulador y se deben tener en cuenta los criterios de validación y verificación descritos en los artículos 27 y 38 de la Resolución 1447 de 2018.

En el "Anexo 2" se detallan los principales aspectos de cada una de las fases de planificación e implementación. Los pasos que se indican tanto en este capítulo como en el "Anexo 2" no necesariamente deben cumplir el orden referenciado; particularmente, en la fase de planificación. Sin embargo, hay algunos que si deben mantener su secuencialidad entre sí (p. ej., la validación debe ir primero que la verificación). Lo importante de este ejercicio es que los pasos se rijan por las reglas y requerimientos del estándar y la normativa colombiana.

Por otra parte, en el "Anexo 2" se mencionan algunos ejemplos internacionales de proyectos enfocados en cambios de tecnología de refrigeradores y acondicionadores de aire, así como en eficiencia energética, que han sido desarrollados siguiendo las actividades descritas.

<sup>2</sup> Teniendo en cuenta los criterios especificados en los artículos 24 y 35 de la Resolución 1447 de 2018, según aplique.



## 6. CONCLUSIONES

La refrigeración comercial en el subsector de tiendas en Colombia desempeña un papel relevante en la gestión del cambio climático y la preservación de la capa de ozono. Con el fin de mejorar y aumentar la eficiencia energética, los gerentes y profesionales de este subsector podrán evaluar los costos y beneficios que traen para sus empresas la implementación de iniciativas de reducción de emisiones asociadas con los sistemas de refrigeración y aire acondicionado.

Los responsables de la planeación estratégica y financiera de los hipermercados, supermercados y tiendas de conveniencia deberán evaluar las diferentes alternativas de financiación y beneficios tributarios que ofrece la implementación las iniciativas de reducción de GEI. De esta forma, en este documento se presenta el mercado de carbono como una de las opciones para que los

tomadores de decisión del subsector de tiendas la consideren al momento de definir la manera de apalancar la implementación de las acciones que disminuyan las emisiones de HFC y otros gases que agotan la capa de ozono o con potencial de calentamiento global.

Igualmente, será necesario analizar la viabilidad técnica y financiera de los cambios tecnológicos, así como la respectiva certificación de las iniciativas de reducción de GEI que se puedan desarrollar al interior de las compañías. En este documento se aborda en detalle los aspectos a tener en cuenta a la hora de la formulación, validación, implementación, medición, verificación y respectiva certificación de los resultados de mitigación de GEI. Estas actividades requerirán de personal experto y de terceros que validen y verifiquen la disminución de las emisiones.

## 7. REFERENCIAS

- » ACR. (2020). American carbon registry Methodologies. <https://americancarbonregistry.org/carbon-accounting/standards-methodologies>
- » Aiello, R. et al. (2018). *Examen de instrumentos económicos para la fijación de precios al carbono. Revisión de experiencias nacionales y regionales y estudios de caso.* Banco Interamericano de Desarrollo.
- » Asobancaria y ALLCOT. (2023). Guía de mecanismos de compensación de huella de carbono para entidades financieras en Colombia. <https://www.asobancaria.com/wp-content/uploads/2023/03/Guia-Mecanismos-de-Compensacion-de-Huella-Carbono-EF-v01032023.pdf>
- » Asocarbono. (2020). Informe de emisiones de mercado de carbono nacional.
- » Beck, M. y Lange, G. (2016). *Managing coasts with natural solutions: guidelines for measuring and valuing the coastal protection services of mangroves and coral reefs. Coastal defense services provided by mangroves.* WAVES and World Bank.
- » Browder, G. et al. (s. f.). *Integrating green and grey. Creating next generation infrastructure.* World Bank Group and World Resources Institute.
- » Carbon Market Watch. (23 de octubre de 2012). La aplicación conjunta (AC). <https://carbonmarketwatch.org/es/2012/10/23/la-aplicacion-conjunta-ac/>
- » CBI. (2021). Mobilizing debt markets for climate change solutions. <https://www.climatebonds.net/>
- » CEMCO2. (julio de 2023). Reporte Final. Comisión de estudio para la promoción y desarrollo de los mercados de carbono en Colombia.
- » <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2023/07/CEMCO2-Informe-Final.pdf>
- » Cercarbono. (15 de julio de 2020). Cercarbono certificadora de carbono. <https://www.cercarbono.com>
- » Clean Development Mechanism. (30 de julio de 2020). Reference/Documentation. <https://www4.unfccc.int/sites/NAPC/Pages/glossary.aspx>
- » Climate Action Reserve. (2020). Protocols CAR.
- » Climate Focus, Akörde, Climate Outreach. (Diciembre de 2020). Ficha informativa #4. Los mercados de carbono. [https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/05/12\\_2020\\_FICHA\\_INFORMATIVA\\_\\_4\\_Los-mercados-de-carbono\\_compressed-1.pdf](https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/05/12_2020_FICHA_INFORMATIVA__4_Los-mercados-de-carbono_compressed-1.pdf)
- » CMNUCC. (26 de octubre de 2021). Informe de síntesis actualizado de NDC: se confirman las tendencias preocupantes. <https://unfccc.int/es/news/informe-de-sintesis-actualizado-de-ndc-se-confirman-las-tendencias-preocupantes>
- » CO2CERO. (2020a). *Monitoreo del mercado de carbono voluntario.* Proyectos de Carbono.
- » CO2CERO. (2020b). *Oportunidades para reducir emisiones de gases refrigerantes de los equipos RAC y mejorar la eficiencia energética y la oportunidad sectorial frente a las metas nacionales de reducción de GEI transacción de créditos de carbono para el sector supermercados.*
- » CO2CERO. (2020c). *Monitoreo del mercado de carbono voluntario.* Proyectos de Carbono.
- » Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C. y Maginnis, S. (2016). Nature-based solutions to address global societal challenges. IUCN.
- » Colcx. (15 de julio de 2020). Colcx. <https://colcx.com/>
- » Comité de Gestión Financiera del SISCLIMA. (2017). Estrategia Nacional de Financiamiento Climático. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Ambiente/Finanzas%20del%20Clima/Estrategia%20nacional%20de%20financiamiento%20clim%C3%A1tico.pdf>
- » Congreso Nacional. (2013). Decreto 297. Ley de Cambio Climático. La Gaceta. Diario Oficial de la República de Honduras.
- » Congreso Nacional. (2021). Decreto No. 107. Presupuesto General de Ingresos y Egresos de la República y sus disposiciones generales Ejercicio Fiscal 2022. <https://www.tsc.gob.hn/biblioteca/index.php/varios/1098-presupuesto-general-de-ingresos-y-egresos-de-la-republica-y-sus-disposiciones-generales-ejercicio-fiscal-2022>
- » Convergence. (2020). The state of blended finance 2020.
- » Cooper, G. y Trémolet, S. (2019). *Investing in nature: private finance for nature-based resilience.* The Nature Conservancy and Environmental Finance.
- » Corporación Biocomercio Sostenible (CBS) Colombia, Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC). (2018). Protocolo n.º 1 mercado de carbono. <https://drive.google.com/file/d/1klQccB4hABL29xy0xG3aVcdz7-dvGHj/view?usp=sharing>
- » Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2018). Mitigación del cambio climático con un sistema de comercio de emisiones en Colombia. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Estudios%20Económicos/469.pdf>

- » Deutz, A. et al. (2020). Financing nature: closing the global biodiversity financing gap. *The Paulson Institute, The Nature Conservancy and Cornell Atkinson Center for Sustainability*.
- » DNP. (2018). *Mitigación del cambio climático con un Sistema de Comercio de Emisiones en Colombia*.
- » Dreyfus, G. (2020). Assessment of climate and development benefits of efficient and climate-friendly cooling. Climate & Clean Coalition.
- » Duarte, M. (16 de septiembre de 2021). What you need to know about concessional finance for climate action. <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2021/09/16/what-you-need-to-know-about-concessional-finance-for-climate-action>
- » Ducros, A. y Steele, P. (2022). *Biocredits to finance nature and people: merging lessons*. IIED.
- » Ecoregistry. (15 de julio de 2020). Ecoregistry. <https://www.ecoregistry.io/about>
- » Eggermont, H. et al. (2015). Nature-based Solutions: New influence for environmental management and research in Europe. *GAIA*, 24(4), 243-248.
- » EPA. (2010). *Transitioning to low-gwp alternatives in commercial refrigeration*. Environmental Protection Agency.
- » European Commission. (s. f.). Natural Capital Financing Facility. Application process and support facility. [https://ec.europa.eu/environment/biodiversity/business/assets/pdf/NCFF\\_Application\\_process\\_and\\_Support\\_Facility.pdf#:~:text=The%20Natural%20Capital%20Financial%20Facility%20is%20a,demonstrate%20reliable%20returns%20on%20investment%20and%2For%](https://ec.europa.eu/environment/biodiversity/business/assets/pdf/NCFF_Application_process_and_Support_Facility.pdf#:~:text=The%20Natural%20Capital%20Financial%20Facility%20is%20a,demonstrate%20reliable%20returns%20on%20investment%20and%2For%)
- » European Environment Agency. (2020). *EEA greenhouse gas-data viewer*. European Environment Information and Observation Network (Eionet).
- » Forest Trend's Ecosystems Marketplace. (2019). *Financing Emission Reductions for the Future: State of Voluntary Carbon Markets*. Forest Trends.
- » Germán, L. y Bernstein, A. (2018). Land value capture tools to finance our urban future. <https://www.lincolninst.edu/sites/default/files/pubfiles/>
- » GHG. (2016). Global Warming Potential Values.
- » GHG Management Institute. (2020). Carbon offset guide. <https://www.offsetguide.org/understanding-carbon-offsets-carbon-offset-programs/mandatory-voluntary-offset-markets/#:~:text=Compliance%20markets%20are%20created%20and,intended%20use%20for%20compliance%20purposes>
- » Giraldo Quintero, C. (2017). *Evaluación del mercado regulado de bonos de carbono vs el mercado voluntario en proyectos hidroeléctricos en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia.
- » GIZ. (2018). *Bancos de SAO y HFC. Sector de refrigeración y acondicionamiento del aire en Colombia*.
- » GIZ y MinAmbiente. (Noviembre de 2021). Plan Nacional para la Gestión de Bancos de SAO/HFC. [https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/11/Plan\\_nacional\\_Bancos\\_SAOHFC\\_RAC.pdf](https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/11/Plan_nacional_Bancos_SAOHFC_RAC.pdf)
- » Gobierno de la República de Honduras. (2021). *Actualización de la Contribución Nacionalmente Determinada de Honduras*.
- » Gold Standard. (s. f.). Certify a Project to Gold Standard. <https://www.goldstandard.org/take-action/certify-project>
- » González, P. (2020). Mesoamerican Reef: Insuring a Natural Asset in the Name of Conservation. <https://earthjournalism.net/stories/mesoamerican-reef-insuring->
- » Harrison, C. y L., M. (2021). *Sustainable debt global state of the market 2020*. Climate Bonds Initiative.
- » IDB y GBTP. (2021). Green Bond Transparency Platform. <https://www.greenbondtransparency.com/bonds/>
- » IDEAM. (s. f.). Relación entre las SAO y el sistema climático. <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/relacion-entre-las-sao-y-el-sistema-climatico#:~:text=Una%20mol%C3%A9cula%20de%20CFC-12,en%20consecuencia%20del%20calentamiento%20global>
- » IDEAM. (2016). Inventario nacional y departamental de gases efecto invernadero-Colombia. Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático.
- » IDEAM y PNUD. (2018). Segundo Informe Bienal de Actualización de Colombia a la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio.
- » IDEAM, Fundación Natura, PNUD, MADS, DNP, CANCILLERÍA. (2021). Tercer Informe Bienal de Actualización de Colombia a la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC). IDEAM, Fundación Natura, PNUD, MADS, DNP, CANCILLERÍA, FMAM. <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/BUR3%20-%20COLOMBIA.pdf>
- » IETA. (2020). Carbon Market Business Brief.
- » IIF. (2017). 35th Informatory Note on Refrigeration Technologies. "The impact of the refrigeration sector on climate change". International Institute of Refrigeration.

- » International Carbon Action Partnership (ICAP). (2015). ¿Qué es el comercio de emisiones? ETS Brief #1.
- » ICAP. (2016). Emissions tradig worldwide: Status report. ICAP.
- » IPCC. (2006). Capítulo 7. Emisiones de los sustitutos fluorados para las sustancias que agotan la capa de ozono. Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.
- » Marsters, L. et al. (2021). *Nature-based solutions in Latin America and the Caribbean: Financing mechanisms for regional replication*. Inter-American Development Bank and World Resources Institute.
- » Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente). (s. f.). <https://www.minambiente.gov.co/mercados-de-carbono/iniciativas-de-mitigacion/>
- » MinAmbiente. (agosto de 2005). Buenas prácticas de refrigeración, recuperación y reciclaje de refrigerantes. <https://www.acoplasticos.org/boletines/2019/NormasAmbientales/16.18%20Manual%20de%20buenas%20pr%C3%A1cticas%20en%20refrigeraci%C3%B3n.%20Unidad%20t%C3%A9cnica%20zono.%20Minambiente.%202005.pdf>
- » MinAmbiente. (2010). Resolución 2734 de 2010. Procedimiento para la aprobación nacional de proyectos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero que optan al mecanismo de desarrollo limpio MDL.
- » MinAmbiente. (2011). Estrategia Colombiana de Desarrollo bajo en Carbono.
- » MinAmbiente. (2016). Política Nacional de Cambio Climático.
- » MinAmbiente. (2017). Obtenido de Con la aprobación de la NAMA para el sector de refrigeración doméstica, Colombia recibe 9 millones de euros: <https://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias/3363-con-la-aprobacion-de-la-nama-para-el-sector-de-refrigeracion-domestica-colombia-recibe-9-millones-de-euros>
- » MinAmbiente. (2017). Decreto 926 de 2017. Procedimiento para la no causación al impuesto nacional de carbono.
- » MinAmbiente. (2018). Portal datos abiertos Cololmbia. Portafolio Proyectos MDL. <https://www.datos.gov.co/en/d/b5ez-7ihb/visualization>
- » MinAmbiente. (24 de julio de 2019). MinAmbiente busca disminuir el consumo de energía y el impacto ambiental de los sistemas de refrigeración de los supermercados. <https://archivo.minambiente.gov.co/index.php/noticias-minambiente/4387-minambiente-busca-disminuir-el-consumo-de-energia-y-el-impacto-ambiental-de-los-sistemas-de-refrigeracion-de-los-supermercados>
- » MinAmbiente. (02 de diciembre de 2020). Conozca qué es el mercado voluntario de carbono. <https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/436-plantilla-bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistematicos-29>
- » MinAmbiente y Corporación Ambiental Empresarial. (2021). Estrategia nacional para la implementación de medidas y alternativas que mejoren la eficiencia energética y el impacto ambiental directo de los sistemas y equipos de refrigeración comercial del subsector de tiendas de Colombia.
- » Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico de España. (s. f.). Sustancias que agotan la capa de ozono. <https://www.miteco.gob.es/fr/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/productos-quimicos/sustancias-agotan-capas-ozono/>
- » Naciones Unidas. (1998). *Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Kyoto.
- » Naciones Unidas. (2014). ¿Qué es el Protocolo de Kyoto? [https://unfccc.int/es/kyoto\\_protocol](https://unfccc.int/es/kyoto_protocol)
- » Naciones Unidas. (2017). *Efectos potenciales de un impuesto al carbono sobre el producto interno bruto en los países de América Latina*. Comisión Económica para América Latina y El Caribe.
- » Naciones Unidas. (2020). Database PAs and PoAs.
- » Naciones Unidas. (2020). GHG data from UNFCCC. <https://unfccc.int/process-and-meetings/transparency-and-reporting/greenhouse-gas-data/ghg-data-unfccc/ghg-data-from-unfccc>
- » Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2023). Servicios ecosistémicos y biodiversidad. <https://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/es/>
- » Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2020). *Nature-based solutions for adapting to water-related climate risks*.
- » Partido Libertad y Refundación Libre. (2022). Plan de Gobierno para Refundar a Honduras 2022 – 2026. file:///C:/Users/HAPTICA%20SAS/Documents/Leidy%20Riveros/Personal/Hoja%20de%20ruta%20Honduras/Insumos/PLAN%20DE%20GOBIERNO%20XIOMARA%20CASTRO.pdf
- » Proclima. (15 de julio de 2020). Proclima. <https://proclima.net.co/#>
- » ProClima. (22 de julio de 2020). Programa de certificación y registro de iniciativas de mitigación de GEI y otros

- proyectos de gases efecto invernadero. Programa de certificación y registro de iniciativas de mitigación de GEI y otros proyectos de gases efecto invernadero. [https://proclima.net.co/wp-content/uploads/2020/08/Est%C3%A1ndar-PROCLIMA-v2.2\\_Julio-2020.pdf](https://proclima.net.co/wp-content/uploads/2020/08/Est%C3%A1ndar-PROCLIMA-v2.2_Julio-2020.pdf)
- » Project Institute Management. (2017). PMBOK A Guide to the Project Management Body of Knowledge (4.º edición ed.). PMI.
  - » Reserve, C. A. (17 de julio de 2020). Climate Action Reserve. <https://www.climateactionreserve.org>
  - » Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente. (2010). Estrategia Nacional de Cambio Climático de la República de Honduras. [http://www.fecomol.org/pdf/ENCC\\_HONDURAS\\_VERSION\\_LARGA\\_.pdf](http://www.fecomol.org/pdf/ENCC_HONDURAS_VERSION_LARGA_.pdf)
  - » Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente. (2013). Acuerdo ejecutivo No. 1203. La Gaceta. Diario Oficial de la República de Honduras.
  - » Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente. (2018). Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático de Honduras. <http://www.miambiente.gob.hn/media/adjuntos/pdf/DNCC/2018-05-10/16%3A35%3A53.282976%2B00%3A00/PNA.pdf>
  - » Standard, G. (15 de julio de 2020). Gold Standard. <https://www.goldstandard.org/impact-quantification/gold-standard-global-goals>
  - » Teng'o, D. y Lasso, M. (3 de enero de 2019). Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. [unenvironment.org/es/noticias-y-reportajes/comunicado-de-prensa/entra-en-vigor-la-enmienda-kigali-un-poderoso-aliado-en](http://unenvironment.org/es/noticias-y-reportajes/comunicado-de-prensa/entra-en-vigor-la-enmienda-kigali-un-poderoso-aliado-en)
  - » Terton, A. (2022). Delivering Financing for Joint Biodiversity and Climate Solutions. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), International Institute for Sustainable Development (IISD), Helmholtz Centre for Environmental Research (UFZ).
  - » Terton, A., Tsionmani, E., Förster, J. y Morchain, D. (2022). Synergies between biodiversity- and climate-relevant policy frameworks and their implementation. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), International Institute for Sustainable Development (IISD), Helmholtz Centre for Environmental Research (UFZ).
  - » UNFCCC. (2019). CDM Methodology Booklet. UNFCCC.
  - » UNFCCC. (13 de julio de 2020). UNFCCC. <https://cdm.unfccc.int/about/index.html>
  - » Unión Europea. (2020). Régimen de comercio de derechos de emisión de la UE (RCDE UE).
  - » UTO, G. (2015). Bancos de SAO y HFC. Sector de refrigeración y acondicionamiento del aire Colombia.
  - » UTO,GIZ. (2020). Gestión y destrucción de sustancias que agotan la capa de ozono existentes en los Bancos de SAO.
  - » VERRA. (2016). Desarrollo de metodologías VCS: impulsando la innovación. [https://verra.org/wp-content/uploads/2016/05/FactSheet-MAP-2013-FINAL\\_ESP-v3\\_PT-PM\\_0.pdf](https://verra.org/wp-content/uploads/2016/05/FactSheet-MAP-2013-FINAL_ESP-v3_PT-PM_0.pdf)
  - » VERRA. (13 de julio de 2020). <https://verra.org/about-verra/who-we-are/>
  - » VERRA. (27 de julio de 2020). Methodologies. <https://verra.org/methodologies/>
  - » VERRA. (22 de octubre de 2020). Program Definitions.
  - » Vicuña, S. (2012). Estudio de los inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero en Latinoamérica. Comisión Económica para América Latina y El Caribe.
  - » Vicuña, S. (2016). Inventarios de emisiones de gases de efecto invernadero. Un análisis para Chile, El Salvador, México y Uruguay. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
  - » Wills, J., Grassi, F., Elwin, P. y Arianna, M. (2021). Green Debt Swaps Firmly on the Agenda.
  - » World Bank. (2018). Where is the carbon tax after thirty years of research? Research Support Team.
  - » World Bank. (2020). State and Trends of Carbon Pricing 2020. World Bank. Obtenido de <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/33809>

## 8. ANEXOS

### 8.1 ANEXO 1. MARCO NORMATIVO CAMBIO CLIMÁTICO-MERCADO NACIONAL DE CARBONO

CONVENIO INTERNACIONAL	AÑO	CIUDAD	OBJETIVO	PRINCIPAL APORTE
Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano	1972	Estocolmo	Abordar los problemas del medioambiente humano. También conocida como la Declaración de Estocolmo.	Condujo a la creación del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).
Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono (1985)	1985	Viena	Buscó proteger la salud de los seres humanos y el medioambiente de los efectos adversos resultantes de la modificación de la capa de ozono atmosférica que rodea a la tierra.	Las partes se obligan, de conformidad con los medios que dispongan, y en la medida de sus posibilidades a cooperar en la investigación e intercambiar información para mejorar la comprensión de los efectos de las actividades humanas sobre la capa de ozono y de los efectos de la modificación de esta sobre la salud humana y el medioambiente, así como a adoptar medidas adecuadas para controlar, limitar, reducir o prevenir las actividades humanas cuando se compruebe que tienen o pueden tener efectos adversos como resultado de la modificación probable de la capa de ozono.
Protocolo de Montreal (1987 - 1989)	1987	Montreal	Establecer los mecanismos que los firmantes del Convenio de Viena debían implementar para limitar la producción y el consumo de sustancias que agotan la capa de ozono.	Estableció plazos máximos para la eliminación de la producción y consumo de las principales sustancias agotadoras de la capa de ozono.
Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (1987)	1987	Nueva York	Buscó preparar un informe para la Asamblea General.	Se preparó un informe conocido como nuestro futuro común, o informe Brundtland, en el que se fio por primera vez el concepto de desarrollo sostenible.
Convención Marco de las Naciones Unidas También conocida como Cumbre de la Tierra o Conferencia de Río	1992	Río de Janeiro	El objetivo principal fue introducir un programa extenso y un nuevo plan para la acción internacional en temas de medioambiente	Tres importantes acuerdos fueron adoptados: - Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo, una serie de principios que define los derechos y responsabilidades de los Estados. - Programa 21, un plan de acción mundial para promover el desarrollo sostenible.

CONVENIO INTERNACIONAL	AÑO	CIUDAD	OBJETIVO	PRINCIPAL APORTE
Convención Marco de las Naciones Unidas También conocida como Cumbre de la Tierra o Conferencia de Río	1992	Río de Janeiro	y desarrollo, que ayudaran a guiar la cooperación internacional y el desarrollo de programas en el siglo XXI.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Declaración de Principios Forestales, un conjunto de principios que sustentan la gestión sostenible de los bosques en todo el mundo.</li> <li>Se llevó a cabo la apertura a firma de dos tratados multilaterales:           <ul style="list-style-type: none"> <li>- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.</li> <li>- Convenio sobre la Diversidad Biológica.</li> </ul> </li> <li>Dio origen a la creación de la Comisión sobre el Desarrollo Sostenible.</li> </ul>
Conferencia de las Partes (COP1)	1995	Berlín	Realizar seguimiento a los compromisos internacionales de los países firmantes.	Se obtuvo el mandato de Berlín, con una especie de catálogo de compromisos indefinidos, que permitirían a los países escoger las iniciativas ajustadas a sus necesidades particulares.
Conferencia de las Partes (COP2)	1996	Ginebra	Realizar seguimiento a los compromisos internacionales de los países firmantes.	Se adoptó por consenso la necesidad de fijar "objetivos cuantitativos vinculantes" sobre la limitación de emisiones de GEI por los países industrializados, con reducciones precisas para 2005, 2010 y 2020, y se conviene tratar esta materia el siguiente año en Kioto, Japón.
Periodo Extraordinario de Sesiones de la Asamblea General sobre el Medio Ambiente. También conocida como Cumbre de la Tierra+5	1997	Nueva York	<ul style="list-style-type: none"> <li>Buscó examinar la aplicación del Programa 21.</li> <li>Se evaluó en qué medida han respondido los países, las organizaciones internacionales y la sociedad civil al reto de la Cumbre para la Tierra.</li> </ul>	Se realizó una evaluación amplia y honesta de nuestra posición en relación con los objetivos establecidos en la Cumbre para la Tierra. El objetivo consiste en determinar y reconocer los adelantos alcanzados en la aplicación de los acuerdos concertados en la Cumbre para la Tierra y en promover acuerdos similares en todo el mundo. También se tratará de identificar errores y omisiones y de proponer medidas correctivas.
Conferencia de las Partes (COP3)	1997	Kioto	Realizar seguimiento a los compromisos internacionales de los países firmantes.	Nace el Protocolo de Kioto (1997-1998) Los tres Mecanismos de Flexibilidad que establece el Protocolo de Kioto para facilitar a los Países del Anexo I la consecución de sus objetivos es: <ul style="list-style-type: none"> <li>- El Comercio de Emisiones.</li> <li>- El Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).</li> <li>- El Mecanismo de Aplicación Conjunta (AC).</li> </ul>
Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible También conocida como Río + 10	2002	Johannesburg	Examina el progreso de la aplicación del Programa 21 desde su adopción en 1992	El principal aporte fue el énfasis que se logró en temas de desarrollo social, relacionados con la erradicación de la pobreza, el acceso al agua potable y los servicios de saneamiento básico.

CONVENIO INTERNACIONAL	AÑO	CIUDAD	OBJETIVO	PRINCIPAL APORTE
Conferencia de las Partes (COP13)	2007	Bali	Realizar seguimiento a los compromisos internacionales de los países firmantes.	Se introdujo el concepto de Acción de Mitigación Nacionalmente Apropriada (NAMA), como un medio para los países en desarrollo para indicar las acciones de mitigación que estaban dispuestos a tomar como parte de su contribución a un esfuerzo global.
Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible También conocida como Río + 20	2012	Río de Janeiro	Buscó centrarse en la economía verde en el contexto del desarrollo sustentable y la erradicación de la pobreza; y el marco institucional para el desarrollo sustentable.	Se redactó el documento El futuro que queremos, donde se renueva el compromiso a favor del desarrollo sostenible.
Cumbre de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible	2015	Nueva York	Buscaba tomar decisiones respecto a la línea de actuación a seguir para erradicar la pobreza, promover la prosperidad y el bienestar, proteger el ambiente y luchar contra el cambio climático.	Los Estados Miembros ratificaron los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Por lo cual, la ONU adoptará durante 15 años la hoja de ruta, conocida como Agenda 2030, basada en la sostenibilidad del planeta.
Conferencia de las Partes (COP-21)	2015	París	Establecer medidas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero para contener y mitigar el cambio climático.	Se logró la firma de 197 países al Acuerdo de París, el cual, contempla la limitación del aumento de la temperatura mundial a 1,5 °C, respecto a los niveles preindustriales, en concordancia con el último informe presentado por el IPCC.  El Acuerdo se inició en 2020 y se logrará gracias a los compromisos individuales de los países firmantes.
Reunión partes interesadas en el Protocolo de Montreal Enmienda de Kigali (MOP-28)	2016	Kigali	La enmienda busca incluir dentro del Protocolo de Montreal los	La enmienda reducirá la producción y el consumo proyectados de hidrofluorocarbonos (HFC) en más del 80% durante los próximos 30 años.

## 8. ANEXOS

### 8.2 ANEXO 2. CONSULTORÍA PARA ACTUALIZAR DOCUMENTO ORIENTATIVO PARA LA FORMULACIÓN DE INICIATIVAS DE REDUCCIÓN DE EMISIONES DE GEI EN SUPERMERCADOS<sup>1</sup>

## CONTENIDO

<b>LISTA DE TABLAS</b>	<b>50</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>51</b>
<b>1. PASOS PARA LA PLANIFICACIÓN DE PROYECTOS DE MITIGACIÓN DE GEI Y METODOLOGÍAS ASOCIADAS</b>	<b>52</b>
1.1 Definición de la(s) actividad(es) a implementar por el titular de la iniciativa de mitigación	52
1.2 Identificación de los diferentes participantes del proyecto	54
1.3 Selección de la metodología adecuada para determinar la reducción de emisiones generada por la iniciativa de mitigación en la región definida por el proyecto	54
1.3.1 Metodologías para hidrofluorocarbonos-gestión de gases refrigerantes	55
1.3.2 Metodologías para eficiencia energética	56
1.4 Definición del Estándar de Carbono o Programa de Certificación de GEI	62
1.5 Determinación de los límites del proyecto y de la línea base	66
1.6 Viabilidad técnica y financiera de la iniciativa	67
1.7 Formulación del proyecto para su validación y registro ante el Estándar de Carbono	70
1.8 Solicitud de la validación del proyecto por parte de un organismo de validación y verificación	73
1.9 Solicitud del registro del proyecto ante un Estándar de Carbono o Programa de Certificación de GEI	74
<b>2. PASOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN O DESARROLLO DE PROYECTOS DE MITIGACIÓN DE GEI</b>	<b>75</b>
2.1 Implementación de la actividad del proyecto, incluyendo las actividades necesarias para su monitoreo	75
2.2 Registro de los resultados en el Reporte de Monitoreo (RdM)	75
2.3 Solicitud de verificación de los resultados de mitigación monitoreados ante un organismo de validación y verificación independiente y acreditado	76
2.4 Solicitud de la certificación de la reducción de emisiones verificadas ante el Estándar de Carbono o Programa de Certificación de GEI en los que el proyecto se encuentra registrado	76
<b>3. EJEMPLOS INTERNACIONALES</b>	<b>76</b>
<b>4. CRITERIOS DADOS EN LAS METODOLOGÍAS PRESELECCIONADAS PARA LA FORMULACIÓN DE INICIATIVAS DE MITIGACIÓN EN EL SECTOR DE SUPERMERCADOS</b>	<b>79</b>
Metodología AMS-III.AB. Evitar las emisiones de HFC en los gabinetes autónomos de refrigeración comercial	79
Metodología VM0001. Detección automática de fugas de refrigerantes por infrarrojos-Metodología de Proyecto	81
Metodología AMS-II.B Mejoras en la eficiencia energética del lado de la oferta-generación	85
Metodología AMS-II.E Eficiencia energética y medidas de cambio de combustible para los edificios	86
Metodología AMS-II.Q Proyectos de eficiencia energética o suministro energético en edificios comerciales	87

<sup>1</sup> Este anexo es una adaptación del documento elaborado por CO2CERO en 2020 "Oportunidades para reducir las emisiones de gases refrigerantes de los equipos y sistemas de refrigeración y acondicionamiento de aire y mejorar la eficiencia energética y la oportunidad sectorial frente a las metas nacionales de reducción de emisiones de gases efecto invernadero y la transacción de créditos de carbono para el sector supermercados".

# LISTA DE TABLAS

Tabla A1. Actividades identificadas para la reducción de emisiones en supermercados-gestión de gases refrigerantes o eficiencia energética	52
Tabla A2. Clasificación edificaciones	54
Tabla A3. Metodologías identificadas para la formulación de proyectos de mitigación en equipos y sistemas RAC	55
Tabla A4. Parámetros para monitorear en la validación y verificación al emplear la metodología ACM-III.AB. Evitar las emisiones de HFC en los gabinetes autónomos de refrigeración comercial	56
Tabla A5. Lista de chequeo para la implementación de la metodología ACM-III.AB. Evitar las emisiones de HFC en los gabinetes autónomos de refrigeración comercial	56
Tabla A6. Parámetros para monitorear en la validación y verificación al emplear la metodología VM0001. Detección automática de fugas de refrigerantes por infrarrojos	57
Tabla A7. Lista de chequeo para la implementación de la metodología VM0001. Detección automática de fugas de refrigerantes por infrarrojos-metodología de proyecto	57
Tabla A8. Parámetros para monitorear en la validación y verificación al emplear la metodología AMS-II.B Mejoras en la eficiencia energética del lado de la oferta: generación	58
Tabla A9. Lista de chequeo para la implementación de la metodología AMS-II.B Mejoras en la eficiencia energética del lado de la oferta: generación	58
Tabla A10. Parámetros para monitorear en la validación y verificación al emplear la metodología AMS-II.E Medidas de eficiencia energética y cambio de combustible para edificios	59
Tabla A11. Lista de chequeo para la implementación de la metodología AMS-II.E Medidas de eficiencia energética y cambio de combustible para edificios	60
Tabla A12. Parámetros para monitorear en la validación y verificación al emplear la metodología AMS - II.Q Proyectos de eficiencia energética o suministro energético en edificios comerciales	61
Tabla A13. Lista de chequeo para la implementación de la metodología AMS-II.Q Proyectos de eficiencia energética o suministro energético en edificios comerciales	61
Tabla A14. Ejemplos de requisitos propios de los Estándares de Carbono o Programas de Certificación de GEI internacionales	63
Tabla A15. Documentos para la formulación de proyectos sectoriales de mitigación	64
Tabla A16. Sectores del proyecto según la metodología	64
Tabla A17. Opciones de programas según la metodología	65
Tabla A18. Costos de los programas internacionales	65
Tabla A19. Determinación de escenarios de línea base y límites del proyecto según las metodologías	66
Tabla A20. Categorías del IPCC reportadas en el Inventario Nacional de Emisiones relacionadas con cada metodología	66
Tabla A21. Gastos de capital de proyectos de mitigación según las metodologías	68
Tabla A22. Costos de operación de proyectos de mitigación según las metodologías	68
Tabla A23. Reducción de emisiones ex ante y posibles ingresos por la venta de reducciones certificadas de carbono según precios del mercado en Colombia	69
Tabla A24. Clasificación de los proyectos según los criterios de tamaño	71
Tabla A25. Formatos de DdP para MDL y VCS	72
Tabla A26. Información básica para presentar en la formulación de un proyecto de mitigación	72
Tabla A27. Formato de RdM para MDL y VCS	75
Tabla A28. Proyectos internacionales seleccionados	77

## LISTA DE FIGURAS

Figura A1. Etapas para el registro ante el MDL	74
Figura A2. Etapas para el registro ante el VCS	74

# 1. PASOS PARA LA PLANIFICACIÓN DE PROYECTOS DE MITIGACIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO (GEI) Y METODOLOGÍAS ASOCIADAS

En este capítulo se explican las diferentes acciones que el titular de la iniciativa de mitigación de GEI debe realizar para evaluar la viabilidad técnica y financiera del proyecto, ejecutar su formulación bajo una metodología seleccionada y solicitar el registro ante el Estándar de Carbono, previo a recibir la validación del proyecto por parte de un Organismo de Validación y Verificación (OVV). Todo en línea con lo presentado en el capítulo 5 del documento principal.

## 1.1 DEFINICIÓN DE LA(S) ACTIVIDAD(ES) A IMPLEMENTAR POR EL TITULAR DE LA INICIATIVA DE MITIGACIÓN

El titular de una iniciativa de mitigación debe identificar una situación responsable de la generación de emisiones de GEI, así como posibles actividades a implementar para su reducción. Los tipos de iniciativas de mitigación de GEI que se podrán formular, de acuerdo con la Resolución 1447 de 2018 son:

- Programas de mitigación de GEI de tipo: Acciones Nacionalmente Apropiadas de Mitigación (NAMA) y Programas de Desarrollo Bajo en Carbono (PDBC).
- Proyectos de mitigación de GEI de tipo: proyectos y programas de actividades del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)<sup>1</sup>, Proyectos de Desarrollo Bajo en Carbono (PDBC).

- Otras iniciativas de mitigación que defina la CMNUCC en el marco de sus mecanismos de mitigación de GEI, o el MinAmbiente.

Una iniciativa de mitigación tiene como objetivo principal reducir las emisiones de GEI. Para el caso de los supermercados se han identificado cinco actividades principales para lograr estos objetivos. La cantidad de emisiones reducidas dependerá de la solución que el responsable de las emisiones (o titular de la iniciativa de mitigación) pueda implementar. A continuación, en la tabla A1 se presentan ejemplos de actividades que pueden reducir emisiones en el sector de supermercados.

TABLA A1. ACTIVIDADES IDENTIFICADAS PARA LA REDUCCIÓN DE EMISIONES EN SUPERMERCADOS-GESTIÓN DE GASES REFRIGERANTES O EFICIENCIA ENERGÉTICA

OPORTUNIDAD DE MEJORA	ACTIVIDAD	SITUACIÓN ACTUAL	SOLUCIÓN POR IMPLEMENTAR
Gestión de gases refrigerantes	Sustitución de gabinetes de refrigeración que usan HFC como gas refrigerante, por gabinetes nuevos que utilicen gas refrigerante con menor PCG y mayor eficiencia energético-AMS-III.AB	El supermercado usa gabinetes de refrigeración que usa HFC como gas refrigerante (p. ej., HFC 134a).	Compra e instalación de nuevos gabinetes de refrigeración, que usen gas refrigerante como R290 o R744.
Gestión de gases refrigerantes	Reducción de fugas de HFC en equipos de refrigeración de expansión directa utilizando sistemas de detección automática de fugas por infrarrojo en tiempo real <sup>2</sup> -VM0001.	El supermercado usa equipos de refrigeración y aires acondicionados de expansión directa, que usan HFC como gas refrigerante y quieren implementar medidas para reducir sus fugas por medio de equipos de detección automática.	El supermercado adquiere e instala sistemas de detección automática de fugas por infrarrojo en tiempo real y reduce sus fugas de HFC.

1 El MDL es uno de los mecanismos que estableció el Protocolo de Kioto para ayudar a los países desarrollados a cumplir con sus metas de reducción de emisiones de GEI. Sin embargo, estas metodologías actualmente se encuentran en periodo de transición, pues dicho Protocolo finalizó 2020, entrando en vigor del Acuerdo de París en 2021. En ese sentido, estas pueden cambiar de acuerdo con las negociaciones internacionales que se hagan al respecto.

2 Sistema de detección de fugas de refrigerante que monitorea el refrigerante a intervalos regulares durante el día utilizando tecnología infrarroja y comunica las lecturas a un centro de monitoreo central en tiempo real.

OPORTUNIDAD DE MEJORA	ACTIVIDAD	SITUACIÓN ACTUAL	SOLUCIÓN POR IMPLEMENTAR
Eficiencia energética	Generación de energía eléctrica o autogeneración <sup>3</sup> , utilizando equipos o combustibles de mayor eficiencia-AMS-II.B	El supermercado autogenera energía eléctrica por medio de combustibles como diésel o gasolina.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El supermercado decide cambiar el combustible por otro con un menor factor de emisión, como el gas natural o biomasa.</li> <li>2. El supermercado decide cambiar el equipo de generación de energía por otro con mejor relación entre consumo de combustible y energía generada.</li> </ol>
Eficiencia energética	Implementación de medidas de eficiencia energética como equipos más eficientes o con mejor aislamiento térmico, en uno o varios supermercados- AMS-II.E	El supermercado quiere reducir la cantidad de emisiones CO2eq asociados con la energía consumida en una o varias instalaciones o edificio.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El supermercado decide comprar nuevos equipos y sistemas de RAC, con un menor consumo energético.</li> <li>2. El supermercado decide mejorar el diseño, la construcción y adecuación arquitectónica del supermercado, incluyendo mejoramiento en la transferencia por los techos, ventanas y muros como el uso de pintura atémica o aislante térmico para edificaciones.</li> </ol>
Eficiencia energética	Diseño o modernización de edificios energéticamente eficientes, incluyendo actividades como aparatos, equipos, tecnologías, controles de gestión de energía, proyectos de energía renovable en sitio, cogeneración en sitio, cambio de combustibles fósiles. Las actividades pueden implementarse individualmente o en conjunto-AMS-II.Q	El supermercado quiere reducir la cantidad de emisiones CO2eq asociados con la energía consumida en una o varias instalaciones o edificios.	<p>Una cadena de supermercados decide implementar un sistema de simulación computarizada para medir su consumo de energía actual o para la construcción de un nuevo supermercado, en condiciones de operación normales e implementar actividades asociadas con:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Las características de diseño de edificios energéticamente eficientes.</li> <li>La implementación de equipos nuevos y sistemas de RAC, con un menor consumo energético.</li> <li>Proyectos de generación de energía renovable.</li> </ul> <p>Las actividades pueden ser individuales o combinadas.</p>

Fuente: MDL, VERRA. Adaptado por CO2CERO (2020)

En cada iniciativa de mitigación, las actividades a ser implementadas deben estar acordes con el marco legal vigente aplicable. Para las actividades mencionadas en la tabla A1 (gestión de gases refrigerantes o eficiencia energética), el marco legal existente fomenta la reducción de HFC listados en la Ley 1970 de 2019<sup>[4]</sup>; igualmente se fomenta el uso eficiente de la energía según la Ley 697 de 2001<sup>[5]</sup> o la Ley 1715 de 2014<sup>[6]</sup>.

Para la eficiencia energética en edificios, es importante considerar lo establecido por la Resolución 549 de 2015 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio<sup>[7]</sup>, en cuanto a parámetros y lineamientos de construcción sostenible y el ahorro de energía en edificaciones, presentado en la tabla A2. Aunque esta resolución no menciona supermercados, define edificación como toda construcción pública o privada.

<sup>3</sup> La Ley 1715 de 2014 define autogeneración como "aquella actividad realizada por personas naturales o jurídicas que producen energía eléctrica principalmente, para atender sus propias necesidades."

<sup>4</sup> Por medio de la cual se aprueba la "enmienda de Kigali al Protocolo de Montreal" adoptada el 15 de octubre de 2016, en Kigali, Ruanda. Disponible en [http://www.secretariosenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_1970\\_2019.html](http://www.secretariosenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1970_2019.html)

<sup>5</sup> Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones. Disponible en: [http://www.secretariosenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_0697\\_2001.html](http://www.secretariosenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0697_2001.html)

<sup>6</sup> Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional. Disponible en [http://www.secretariosenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_1715\\_2014.html](http://www.secretariosenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1715_2014.html)

<sup>7</sup> Disponible en <http://www.minvivienda.gov.co/ResolucionesVivienda/0549%20-%20202015.pdf>

TABLA A2. CLASIFICACIÓN EDIFICACIONES

TIPO DE EDIFICACIÓN	ESCALA
Centros comerciales	Área total construida mayor a 6000 m <sup>2</sup> . Para el cálculo no se incluyen las zonas destinadas a estacionamientos.
Oficinas	Área superior a 1500 m <sup>2</sup> . Para el cálculo no se incluyen las zonas destinadas a estacionamientos.

Fuente: CO2CERO (2020).

Adicionalmente, la Resolución 1988 de 2017 de MinAmbiente<sup>8</sup> establece metas ambientales significativas de eficiencia energética, con una meta de ahorro de energía eléctrica para el sector terciario (comercial, público y servicios) al 2022 del 1,13% y presenta acciones para lograr esta meta. La Resolución 585 de 2017 de la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME)<sup>9</sup> también establece el alcance de estos proyectos. Ambas resoluciones facilitan el acceso al beneficio tributario definido en el literal d del

artículo 1.3.1.14.7 del Decreto 1625 de 2016 y el Decreto 1564 de 2017 de la Presidencia de la República<sup>10</sup>.

Con la actividad del proyecto ya definida y confirmado el marco legal del proyecto, el titular de la iniciativa deberá continuar con el siguiente paso. En los casos en que el marco normativo defina límites en el uso o metas de ahorro de energía, el proyecto deberá demostrar beneficios adicionales a los límites o metas establecidas.

## 1.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS DIFERENTES PARTICIPANTES DEL PROYECTO

De acuerdo con los límites del proyecto, pueden ser necesarios varios participantes para obtener la información correspondiente para su implementación. Por ejemplo, desarrollar una iniciativa asociada con la compra de gabinetes de refrigeración (fabricación, operación, reparación o disposición final) podría requerir la consulta de actores como:

- Los fabricantes de los equipos.
- El servicio técnico encargado del mantenimiento y reparación de los equipos.

- La empresa encargada de la disposición de los equipos.
- El dueño de los equipos.

Si el proyecto es planificado considerando varias etapas de su ciclo de vida, se necesitará que los responsables de cada etapa conozcan y se comprometan a implementar las actividades del proyecto, así como a recolectar la información necesaria para la cuantificación de emisiones, liderados por un responsable principal o titular de la iniciativa.

## 1.3 SELECCIÓN DE LA METODOLOGÍA ADECUADA PARA DETERMINAR LA REDUCCIÓN DE EMISIONES GENERADA POR LA INICIATIVA DE MITIGACIÓN EN LA REGIÓN DEFINIDA POR EL PROYECTO

Los titulares de las iniciativas deben determinar las reducciones de emisiones elegibles (y su línea base) empleando alguna de las siguientes metodologías:

- Metodologías del Mecanismo de Desarrollo Limpio MDL (en transición).
- Metodologías propuestas y aprobadas para ser utilizadas bajo los mecanismos de mitigación de GEI de la CMNUCC aplicables a Colombia.
- Metodologías elaboradas por los programas de

certificación de GEI o estándares de carbono.

- Metodología elaborada por una entidad pública del orden nacional que haya sido revisada por el Comité Técnico de la Comisión Intersectorial de Cambio Climático.

En línea con lo descrito en la sección 1.1, para los proyectos de supermercados asociados con acciones específicas de mitigación, es posible tener presente al menos cinco metodologías. Dichas metodologías, consideradas como viables, se presentan en la tabla A3.

Basado en el estudio "Mejora de la eficiencia energética y ambiental en el subsector de supermercados en Colombia", se realiza un análisis de la información más relevante para el desarrollo de proyectos de reducciones de emisiones GEI asociadas con HFC en equipos y sistemas de refrigeración y acondicionamiento de aire (RAC) en el sector de supermercados.

De esto se concluye que:

<sup>8</sup> "Por la cual se adoptan las metas ambientales y se establecen otras disposiciones". Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/index.php/normativa/resoluciones>

<sup>9</sup> Por la cual se establece el procedimiento para conceptualizar sobre proyectos de eficiencia energética/gestión eficiente de la energía que se presenta para acceder al beneficio tributario que trata el literal d) del artículo 1.3.1.14.7 del Decreto 1625 de 2016; con sus respectivas modificaciones. Disponible en: [http://www1.upme.gov.co/Normatividad/585\\_2017.pdf](http://www1.upme.gov.co/Normatividad/585_2017.pdf)

<sup>10</sup> Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario en materia tributaria. Disponible en: <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/30030361>

- Las características de los equipos presentes en el país permiten la implementación de metodologías AMS-III.AB-versión 1.0 y VM0001-versión 1.1 para el manejo de gases refrigerantes en equipos autocontenidos.
  - Las metodologías AMS-II.B-versión 9, AMS-II.E-versión 11.0 y AMS-II.Q-versión 1.0, que generan las reducciones a partir de la eficiencia energética son aplicables al sector.
  - A partir de la caracterización de los equipos, se estima un potencial de reducción de emisiones por cada supermercado anualmente en rangos de 1,72 a 4,35 tCO<sub>2</sub>eq por sede de hipermercado, entre 0,3 a 3,13 tCO<sub>2</sub>eq por supermercado y de 0,2 a 0,5 tCO<sub>2</sub>eq por tiendas de conveniencia. Esto depende del PCG del gas refrigerante utilizado y los promedios de fuga.
  - Es necesaria la elaboración de líneas base o límite conservador de tasa de fugas de refrigerantes, que sirvan para el desarrollo de este tipo de proyectos.
- Está definido en la metodología AMS-III.AB que la reducción

de emisiones solo puede considerar emisiones evitadas por fugas y no por menores consumos de energía de los equipos. Por lo anterior, los proyectos que se formulen bajo la metodología AMS-III.AB, no pueden combinarse con metodologías enfocadas en eficiencia energética como la AMS-II.E o AMS-II.

Las metodologías han sido identificadas y seleccionadas de diferentes programas de certificación de GEI para facilitar la formulación de iniciativas de mitigación asociadas con la reducción de emisiones de HFC en equipos y sistemas de RAC en el sector de supermercados, lo que ha generado oportunidades para mejorar la eficiencia energética y la productividad sectorial (supermercados y fabricantes/ensambladores de equipos RAC). Sin embargo, es importante tener en cuenta las notas de aplicación de cada metodología que se deberían considerar para emplearlas en Colombia. A continuación, se presenta la información para entender e identificar los requisitos de elegibilidad y aplicabilidad de las metodologías incluidas en la tabla A3.

TABLA A3. METODOLOGÍAS IDENTIFICADAS PARA LA FORMULACIÓN DE PROYECTOS DE MITIGACIÓN EN EQUIPOS Y SISTEMAS RAC

OPORTUNIDAD DE MEJORA	METODOLOGÍA	NOMBRE	PROGRAMA
Gestión de gases refrigerantes	AMS-III.AB Versión 1.0	Evitar las emisiones de HFC en gabinetes de refrigeración comerciales independientes	CDM
Gestión de gases refrigerantes	VM0001 Versión 1.1.	Metodología de proyecto de eficiencia de detección de fugas de refrigerante automático infrarrojo	VCS
Eficiencia energética	AMS-II.B Versión 9	Mejorar en la eficiencia energética del lado de la oferta-generación	CDM
Eficiencia energética	AMS-II.E Versión 11.0	Eficiencia energética y medidas de cambio de combustible para los edificios	CDM
Eficiencia energética	AMS-II.Q Versión 1.0	Proyectos de eficiencia energética o suministro energético en edificios comerciales	

Fuente: CO2CERO (2020).

### 1.3.1 Metodologías para HFC-Gestión de gases refrigerantes

#### Metodología AMS-III.AB. Evitar las emisiones de HFC en los gabinetes autónomos de refrigeración comercial

Dicha metodología está asociada con el reemplazo de gabinetes autónomos de refrigeración que utilizan HFC por gabinetes nuevos con un gas refrigerante de menor potencial de calentamiento global (PCG) al usado en la actualidad. Por tanto, el proyecto puede ser formulado para cuantificar la reducción de emisiones fugitivas en las etapas de fabricación, uso, reparación, desmantelamiento y disposición final de los gabinetes existentes. No se permite la remanufactura de gabinetes usados. Las condiciones para aplicar la metodología son:

- Los gabinetes actuales utilizan HFC como gas refrigerante

y serán reemplazados por otros nuevos con gases refrigerantes y agentes espumantes con un potencial de agotamiento del ozono (PAO) igual a cero y más bajo PCG.

- Los gabinetes introducidos por el proyecto tienen una eficiencia energética igual o superior a la de los gabinetes que se habrían utilizado en ausencia del proyecto.
- El proponente del proyecto ha estado produciendo o gestionando gabinetes de refrigeración comercial cargados con refrigerantes de alto PCG o HFC durante al menos tres años y no ha utilizado refrigerantes de bajo PCG en cantidades significativas antes del inicio del proyecto.

Los parámetros para monitorear en la validación y verificación se presentan en la tabla A4.

TABLA A4. PARÁMETROS PARA MONITOREAR EN LA VALIDACIÓN Y VERIFICACIÓN AL EMPLEAR LA METODOLOGÍA ACM-III.AB. EVITAR LAS EMISIONES DE HFC EN LOS Gabinetes AUTÓNOMOS DE REFRIGERACIÓN COMERCIAL

ÍTEM	PARÁMETROS
Validación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La carga inicial de refrigerante de la placa de identificación para cada modelo de gabinete de refrigeración.</li> <li>- Emisiones fugitivas de refrigerantes durante la fabricación, el servicio/mantenimiento y la eliminación de los gabinetes de refrigeración (línea base).</li> </ul>
Verificación	Número de gabinetes nuevos de refrigeración que se fabrican, se ponen en uso, bajo servicio/mantenimiento y número de gabinetes que se desmantelan y disponen.

Fuente: elaboración propia.

Para confirmar que la actividad del proyecto cumple con los requisitos y alcance de esta metodología, se deben

responder las preguntas que aparecen en la tabla A5.

TABLA A5. LISTA DE CHEQUEO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA ACM-III.AB. EVITAR LAS EMISIONES DE HFC EN LOS Gabinetes AUTÓNOMOS DE REFRIGERACIÓN COMERCIAL

FASE	PREGUNTAS	SÍ	NO
Línea base	<p>¿Actualmente es productor, ofrece el servicio de mantenimiento o disposición o usa equipos de refrigeración autónomos o autocontenidos tipo gabinete a, por ejemplo, heladeras, neveras o similares? Nota: para este caso, sistemas centralizados y condensadores no aplican.</p>		
	<p>¿El gas refrigerante usado por el gabinete es R134a o R507 o cualquier otro gas clasificado como hidrofluorocarbono?</p>		
	<p>¿La carga del gas refrigerante en el equipo derefrigeración es mayor a 2kg y menor a 6kg?</p>		
	<p>Si utiliza un segundo refrigerante con un PCG menor al R134 O R507 ¿Ha usado por un tiempo menor a tres años los equipos con este refrigerante? Nota: si su respuesta es afirmativa, debe confirmar el PCG del segundo refrigerante y, el segundo debe tener un uso menor (p. ej., &lt; 5% del total de la carga de refrigerantes usados) en este periodo de tiempo.</p>		
Reducción de emisiones <i>ex ante</i>	<p>¿La actividad que va a realizar considera el reemplazo de los gabinetes existentes por nuevos? Nota: los equipos reparados o remanufacturados no se consideran como equipos nuevos.</p>		
	<p>¿Los gabinetes nuevos ofrecen una mayor eficiencia en el consumo de energía que los anteriores?</p>		
	<p>¿El gas refrigerante de los gabinetes anteriores, va a ser dispuesto y en ningún caso recuperado o reusado?</p>		
Reducción de emisiones <i>ex ante</i>	<p>¿Va a reemplazar el gas refrigerante por otro gas refrigerante con menor potencial de calentamiento global? (p. ej., reemplazar R134a por R744 o R600a).</p>		
Reducción de emisiones <i>ex post</i>	<p>¿Puede monitorear la cantidad de gabinetes fabricados, en uso, reparados, desmantelados o dispuestos en la cadena de valor?</p>		

Fuente: CO2CERO (2020).

Si todas las respuestas han sido afirmativas, la actividad de su proyecto aplica para la implementación de esta metodología.

#### Metodología VM0001. Detección automática de fugas de refrigerantes por infrarrojos

Esta metodología está asociada con la instalación de sistemas infrarrojos de detección de fugas en tiempo real en los sistemas de equipos de refrigeración tipo DX y aire acondicionado asociados para reducir las fugas de refrigerantes tipo HFC. Las condiciones para aplicar la metodología son:

- Se instalan equipos infrarrojos de detección automática de fugas en tiempo real en equipos de refrigeración DX en supermercados. Se incluyen equipos asociados tipo de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC por sus siglas en inglés) en la misma ubicación.

- Solo considera fugas de HFC, aunque para determinar la línea base, se deben medir también las fugas de HCFC cuantificando las fugas de gases refrigerantes en un periodo de tiempo.
- La cantidad de gas refrigerante en los sistemas de refrigeración debe ser menor a 2000 libras.
- El proponente del proyecto cuenta con datos históricos de por lo menos 3 años de recargas y fugas de HFC y HCFC en los equipos de refrigeración tipo DX y equipos HVAC asociados y ubicados en las instalaciones que harán parte del proyecto.

Los parámetros para monitorear en la validación y verificación se presentan en la tabla A6.

TABLA A6. PARÁMETROS PARA MONITOREAR EN LA VALIDACIÓN Y VERIFICACIÓN AL EMPLEAR LA METODOLOGÍA VM0001. DETECCIÓN AUTOMÁTICA DE FUGAS DE REFRIGERANTES POR INFRARROJOS

ÍTEM	PARÁMETROS
Validación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las fugas de refrigerantes tipo HFC y HCFC por un periodo de tres años, iniciado al momento de la instalación de equipos infrarrojos de detección automático de fugas en tiempo real.</li> <li>- Las recargas de refrigerantes tipo HFC y HCFC realizadas en el mismo periodo de tiempo que las fugas.</li> </ul>
Verificación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cantidad promedio de fugas de HFC de equipos de refrigeración DX y equipos asociados HVAC, en los que esté instalado un equipo infrarrojo de detección automática de fugas.</li> <li>- Cantidad de HFC (en libras) usados para recargar los equipos de la medición anterior.</li> </ul> <p style="text-align: center;">Para tener en cuenta: El titular de la iniciativa o los participantes del proyecto deben llevar el control de los datos. El OVV debe validar los datos.</p>

Fuente: elaboración propia.

Para confirmar que la actividad de proyecto cumple con los requisitos y alcance de esta metodología, se deben responder las preguntas que aparecen en la tabla A7.

TABLA A7. LISTA DE CHEQUEO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA VM0001. DETECCIÓN AUTOMÁTICA DE FUGAS DE REFRIGERANTES POR INFRARROJOS-METODOLOGÍA DE PROYECTO

FASE	PREGUNTAS	SÍ	NO
Línea base	¿Tiene instalados equipos de refrigeración DX o de HVAC (expansión directa) en sus instalaciones?		
	¿Usa gas refrigerante R134a o R507 o cualquier otro gas clasificado como hidrofluorocarbono?		
	¿La cantidad de gas refrigerante en los sistemas de refrigeración es menor a 2000 libras?		
	¿Tiene implementado o está dispuesto a implementar equipos infrarrojos de detección automática de fugas en tiempo real?		

FASE	PREGUNTAS	SÍ	NO
Reducción de emisiones <i>ex ante</i>	¿Tiene registros históricos de fugas de HFC y HCFC para un periodo de tres años?		
	¿Tiene registros de las recargas de HFC (en libras) para los equipos en los que están instalados los equipos de detección de fugas? Nota: si está dispuesto a implementar estos equipos, debe tener en cuenta que puede formular un proyecto luego de tres años de registrar datos asociados a fugas o recargas.		
Reducción de emisiones <i>ex post</i>	Aplica la misma lógica anterior, en la que deben llevarse registro de las emisiones por fugas o recargas, para luego ser comparadas con las emisiones la línea base, demostrando la existencia de una disminución en las fugas y, por lo tanto, una reducción en emisiones de GEI.		

Fuente: CO2CERO (2020).

Si todas las respuestas han sido afirmativas, la actividad de su proyecto aplica para la implementación de esta metodología.

### 1.3.2 Metodologías para eficiencia energética

#### Metodología AMS-II.B Mejoras en la eficiencia energética del lado de la oferta-generación

Esta metodología está asociada con el cambio o remanufactura de los equipos de generación de energía que funcionan con combustible fósil, lo que aumenta su eficiencia en la generación de energía o cambia el combustible por otro con un menor factor de emisión de GEI. Esta opción se sugiere en el caso de que los supermercados sean autogeneradores de energía. Las condiciones para aplicar la metodología son:

- Las reducciones en el consumo de combustible pueden ser hasta a 60 GWh por año.
- Las tecnologías o medidas pueden aplicarse a unidades generadoras existentes o formar parte de una nueva instalación.
- Un ahorro total de 60 GWh equivale al máximo ahorro de 180 GWh en el aporte de combustible a la unidad de generación.

Los parámetros para monitorear en la validación y verificación se presentan en la tabla A8.

TABLA A8. PARÁMETROS PARA MONITOREAR EN LA VALIDACIÓN Y VERIFICACIÓN AL EMPLEAR LA METODOLOGÍA AMS-II.B MEJORAS EN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL LADO DE LA OFERTA: GENERACIÓN

ÍTEM	PARÁMETROS
Validación	La línea base de las emisiones es la energía multiplicada por un coeficiente de emisión para el combustible utilizado por la unidad generadora. Si la tecnología de eficiencia energética es un equipo transferido de otra actividad o si el equipo existente se transfiere a otra actividad, se deben considerar las fugas.
Verificación	El equipo que es reemplazado debe almacenarse hasta que se haya comprobado las reducciones. La disposición final de equipo deberá ser documentado y verificado.

Fuente: elaboración propia.

Para confirmar que la actividad del proyecto cumple con los requisitos y alcance de esta metodología, se deben responder las preguntas que aparecen en la tabla A9.

TABLA A9. LISTA DE CHEQUEO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA AMS-II.B MEJORAS EN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL LADO DE LA OFERTA: GENERACIÓN

FASE	PREGUNTAS	SÍ	NO
Línea base	Si desea implementar un proyecto que comprenda tecnologías nuevas favor responder las siguientes preguntas		
	¿Desea implementar un proyecto nuevo de generación de energía?		
	¿Cuenta con el rendimiento energético de equipos estándar?		

FASE	PREGUNTAS	SÍ	NO
Línea base	¿Cuenta con el consumo de combustible fósil de equipos estándar?		
	Sí desea implementar un proyecto de renovación o reconversión favor responder las siguientes preguntas		
	¿Desea reemplazar o modernizar su equipo de generación de energía?		
	¿Cuenta con el rendimiento energético de sus equipos actuales?		
	¿Cuenta con el consumo de combustible de los equipos que utiliza actualmente?		
Reducción de emisiones <i>ex ante</i>	¿Conoce el consumo de combustible utilizado por el sistema o equipo que se implementará?		
	¿Conoce el contenido energético estimado de electricidad producido por unidad?		
Reducción de emisiones <i>ex post</i>	¿Conoce el consumo de combustible utilizado por el sistema o equipo que se implementó?		
	¿Conoce el contenido energético de electricidad o vapor producido por unidad?		

Fuente: CO2CERO (2020).

Si todas las respuestas han sido afirmativas, la actividad de su proyecto aplica para la implementación de esta metodología.

#### Metodología AMS-II.E Eficiencia energética y medidas de cambio de combustible para los edificios

Esta metodología está asociada con la implementación de medidas en edificios comerciales de instalación, reemplazo o modernización de equipos existentes (por ejemplo, electrodomésticos eficientes, mejor aislamiento) y cambio de combustible opcional (por ejemplo, cambiar de aceite a gas) por otros con mayor eficiencia energética. Las condiciones para aplicar la metodología son:

- Las tecnologías pueden reemplazar el equipo existente o instalarse en nuevas instalaciones.

- Proyectos que sean medibles y cuantificables.
- El ahorro de energía agregado de un solo proyecto no puede exceder el equivalente de 60 GWh al año.
- Es aplicable a las actividades del proyecto en el que el impacto de las medidas implementadas por la actividad del proyecto puede ser claramente distinguible de los cambios en el uso de energía debido a otras variables no influenciadas por las actividades del proyecto.

Los parámetros para monitorear en la validación y verificación se presentan en la tabla A10.

TABLA A10. PARÁMETROS PARA MONITOREAR EN LA VALIDACIÓN Y VERIFICACIÓN AL EMPLEAR LA METODOLOGÍA AMS-II.E MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y CAMBIO DE COMBUSTIBLE PARA EDIFICIOS

ÍTEM	PARÁMETROS
Validación	<p>Aplica al alcance 3.</p> <p>Validar el uso de la "Herramienta 07: Herramienta para calcular el factor de emisión de un sistema eléctrico".</p> <p>Validar uso de la "Herramienta 31: Determinación de líneas base estandarizadas para medidas de eficiencia energética en edificios residenciales, comerciales e institucionales".</p> <p>Cálculos de ahorros energéticos.</p>
Verificación	<p>El equipo que es reemplazado debe almacenarse hasta que se haya comprobado las reducciones. La disposición final de equipo deberá ser documentado y verificado.</p>

Fuente: elaboración propia.

Para confirmar que la actividad del proyecto cumple con los requisitos y alcance de esta metodología, se deben responder las preguntas que aparecen en la tabla A11.

TABLA A11. LISTA DE CHEQUEO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA AMS-II.E MEDIDAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y CAMBIO DE COMBUSTIBLE PARA EDIFICIOS

FASE	PREGUNTAS	SÍ	NO
Línea base	¿Cuenta con información sobre el consumo energético de los equipos y sistemas energéticos con los que cuenta actualmente?		
	¿Cuenta con información base de la instalación?		
	¿Ha realizado la medición de los consumos de combustible fósil en fuentes fijas y su eficiencia energética?		
	¿Cuenta con el poder calorífico de los combustibles utilizados?		
Reducción de emisiones <i>ex ante</i>	¿El ahorro total de electricidad por el proyecto de eficiencia energética es inferior 60 GWh por año?		
	¿La tecnología que se desea implementar es medible y cuantificable?		
	¿Cuenta con el poder calorífico de los combustibles que va a utilizar?		
Reducción de emisiones <i>ex post</i>	¿Puede monitorear el consumo energético y rendimiento de equipo o proyecto de eficiencia energética que ha implementado?		
	¿Puede monitorear las pérdidas técnicas de trasmisión y distribución de energía?		
	¿Puede monitorear los consumos de combustible fósil en los equipos implementados?		
	¿Cuenta con el poder calorífico de los combustibles utilizados?		

Fuente: CO2CERO (2020).

Si todas las respuestas han sido afirmativas, la actividad de su proyecto aplica para la implementación de esta metodología.

#### Metodología AMS-II.Q Proyectos de eficiencia energética o suministro energético en edificios comerciales

Dicha metodología está asociada con la implementación de proyectos de eficiencia o suministro energéticos en edificios comerciales. Estos pueden ser medidos a través de una herramienta de simulación computarizada que cumpla con la verificación analítica e incluya requisitos de la validación empírica, tales como los define el protocolo Building Energy Simulation Test (BESTEST)<sup>11</sup> de la Agencia Internacional de Energía, como el software libre DOE-2<sup>[12]</sup> o herramientas similares<sup>13</sup>. Las condiciones para aplicar la metodología son:

- Es aplicable al suministro de energía en edificios únicamente *in situ*.

- Las reducciones de emisiones asociadas se deben determinar con una herramienta de simulación computarizada.
- No incluye sistemas de calefacción o plantas de refrigeración y redes de distribución que se encuentren externas al edificio.
- Los refrigerantes utilizados no podrán tener potencial de agotamiento del ozono (ODP).
- El ahorro total de electricidad por un solo proyecto no excederá los 60 GWh por año.
- La tecnología empleada debe ser nueva.

Los parámetros para monitorear en la validación y verificación se presentan en la tabla A12.

<sup>11</sup> La prueba de simulación energética de edificios (BESTEST) es una metodología para probar modelos informáticos (implementados en herramientas de software) que utiliza una combinación de validación empírica, verificación analítica y técnicas de análisis comparativo.

<sup>12</sup> Disponible en <http://www.doe2.com/>

<sup>13</sup> Más herramientas se encuentran disponibles en <https://www.buildingenergysoftwaretools.com/>

TABLA A12. PARÁMETROS PARA MONITOREAR EN LA VALIDACIÓN Y VERIFICACIÓN AL EMPLEAR LA METODOLOGÍA AMS - II.Q PROYECTOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA O SUMINISTRO ENERGÉTICO EN EDIFICIOS COMERCIALES

ÍTEM	PARÁMETROS
Validación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Edificaciones antiguas: energía consumida durante un año antes de la implementación de los proyectos de eficiencia energética.</li> <li>- Modelo de línea base utilizando un modelo de calibración teniendo en cuenta las condiciones climatológicas.</li> <li>- Edificaciones nuevas: el escenario de emisiones de referencia se basa en la energía consumida durante un periodo de un año calculado, utilizando un modelo calibrado, de un edificio de referencia a través de una herramienta de simulación.</li> <li>- El edificio de referencia debe coincidir con las características técnicas del edificio nuevo.</li> </ul>
Verificación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Solo herramientas de simulación computarizadas de edificios completos que han cumplido con verificación analítica y cuenten con una validación definida en el BESTEST de la Agencia Internacional de Energía.</li> <li>- Se debe tomar como guía lo establecido en la directriz 14 ASHRAE-2002 para las mediciones de energía.</li> </ul> <p>Los participantes del proyecto deben demostrar que las simulaciones de energía del edificio (y calibraciones) han sido realizadas por operadores calificados como se demuestra al tener al menos tres años de experiencia relevante y educación o formación profesional.</p> <p>Se deben monitorear las fugas por gases refrigerantes de los equipos RAC nuevos.</p>

Fuente: elaboración propia.

Para confirmar que la actividad del proyecto cumple con los requisitos y alcance de esta metodología, se deben responder las preguntas que aparecen en la tabla A13.

TABLA A 13. LISTA DE CHEQUEO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA AMS-II.Q PROYECTOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA O SUMINISTRO ENERGÉTICO EN EDIFICIOS COMERCIALES

FASE	PREGUNTAS	SÍ	NO
Línea base	En caso de que quiera desarrollar el proyecto en una edificación antigua conteste las siguientes preguntas:		
	¿Cuenta con una modelación de simulación energética de su edificio?		
	¿Cuenta con información y registro del consumo energético de su edificio durante los últimos doce meses del año?		
	¿Cuenta con las propiedades base, térmicas, control, cargas de ocupación, iluminación, densidades de potencia de equipos y operación de la instalación física?		
	¿Cuenta con información meteorológica del sitio de ubicación del edificio de los últimos doce meses?		
	En caso de que quiera desarrollar el proyecto en una edificación nueva conteste las siguientes preguntas:		
	¿Cuenta con información y registro del consumo energético de un edificio antiguo con características similares y dentro de la misma zona climática durante los últimos doce meses del año?		

FASE	PREGUNTAS	SÍ	NO
Reducción de emisiones <i>ex ante</i>	¿Puede realizar la modelación del comportamiento energético del edificio con el proyecto de eficiencia energética que desea implementar?		
	¿En caso de implementar nuevos sistemas de refrigeración, el refrigerante cuenta con algún potencial de agotamiento de la capa de ozono?		
	¿Cuenta con información meteorológica del lugar de ubicación del edificio?		
	¿Cuenta con información sobre porcentajes y horarios de ocupación del edificio?		
	¿En caso de incluir equipos de refrigeración, puede monitorear la tasa de fuga de los refrigerantes?		
	¿El ahorro total de electricidad por el proyecto de eficiencia energética es inferior 60 GWh por año?		
	¿El proyecto que desea implementar está dentro de diseño de ediciones energéticamente eficientes, aparatos, equipos y/o tecnologías energéticamente eficientes, controles de gestión de energía, proyectos de energía renovable, cogeneración in situ o cambio de combustibles fósiles o en combinación?		
Reducción de emisiones <i>ex post</i>	¿Ha desarrollado una modelación del comportamiento energético del edificio utilizando los proyectos de eficiencia energética?		
	¿Para la modelación ha utilizado los parámetros y requisitos establecidos en la BESTEST por la agencia internacional de energía?		
	¿La empresa encargada de realizar la simulación es un operador calificado y cuenta con al menos tres años de experiencia en el desarrollo de estos procesos?		
	¿Cuenta con información meteorológica del lugar de ubicación del edificio?		
	¿Cuenta con información sobre porcentajes de ocupación del edificio?		
	¿Si su edificio es nuevo, cuenta con un año de operación del proyecto?		

Fuente: CO2CERO (2020).

Si todas las respuestas han sido afirmativas, la actividad de su proyecto aplica para la implementación de esta metodología.

#### 1.4 DEFINICIÓN DEL ESTÁNDAR DE CARBONO O PROGRAMA DE CERTIFICACIÓN DE GEI

Luego de elegir la metodología que se empleará para medir las reducciones de GEI, el siguiente paso es identificar el Estándar de Carbono que se va a emplear para certificar dichas reducciones. Actualmente existen Estándares de Carbono o Programas de Certificación de GEI a nivel nacional o internacional, los cuales pueden ser escogidos, según las metas del proyecto tanto financieras como reputacionales. La decisión de cuál programa de certificación debe escogerse es una decisión que incluye varios factores, entre otros:

- Requisitos del Programa para la formulación del proyecto y la capacidad de cumplimiento por el proyecto.
- El sector y área técnica del proyecto.

- Aprobación del uso de la metodología seleccionada.
- Costos del programa.
- Mercados en los que el Estándar de Carbono o Programa de Certificación de GEI puede participar y alineación del Programa de Certificación con los Decretos 926 de 2017 y 446 de 2020 y las Resoluciones 1447 de 2018 y 831 de 2020.
- Reputación y reconocimiento del programa.

Los Estándares de Carbono o Programas de Certificación de GEI participan en diferentes mercados obligatorios y voluntarios, en los que las reducciones de emisiones que certifican son válidas para dar cumplimiento a compromisos

adquiridos por países, estados o compañías. Es así como el MDL sigue siendo vigente dentro de Sistema de Comercio de Emisiones de la Comunidad Europea, mientras que el Verified Carbon Standard (VCS) es reconocido en el estado de California (Estados Unidos) para compensar las emisiones en el California Offset Project Registry bajo ciertas condiciones. Ambos Programas son aceptados por CORSIA para la compensación de las emisiones del sector aéreo, sirven para participar en el mecanismo de no causación del impuesto al carbono en Colombia y son reconocidos en el mercado internacional de carbono.

Los Programas de Certificación canadienses (American Carbon Registry and CSA Group Registries) se establecieron bajo las reglas de los mercados de carbono en ese país, basados en la norma NTC-ISO 14064-2 (al igual que VCS) y han sido aceptados para la no causación del impuesto al carbono en Colombia. Sin embargo, no cuentan con el reconocimiento del mercado voluntario como los programas anteriores. Situación similar a los programas colombianos que han sido desarrollados con el objetivo de cumplir con el marco legal colombiano.

Es clave señalar que cuando el proyecto enfoca su participación en el mercado voluntario en Colombia, los Estándares de Carbono o Programas de Certificación de GEI nacionales son suficientes para cumplir con este objetivo. Asimismo, cuando un proyecto sectorial se encuentra registrado en un programa como VCS o MDL, este puede acceder a los mercados voluntarios internacionales y al mecanismo de no causación del impuesto al carbono.

Aunque el mercado colombiano de certificados de reducción de emisiones se mueve bajo un precio techo, que lo establece el impuesto al carbono, puede presentar menos volatilidad que los mercados voluntarios internacionales.

Contar con esta posibilidad logra representar una ventaja importante para generar mayores ingresos al proyecto. Por lo anterior, se recomienda dar prioridad a los Estándares de Carbono o Programas de Certificación de GEI que permiten la participación en el mecanismo de no causación del impuesto al carbono, en otros mercados como CORSIA y el mercado voluntario. A continuación, se indican algunos de los Estándares de Carbono:

- **Verified Carbon Standard**-Programa voluntario de gran trayectoria: aceptado para el mecanismo de no causación del impuesto al carbono, CORSIA y reconocido a nivel internacional. Acepta todas las metodologías preseleccionadas.
- **Clean Development Mechanism**-Programa para el mercado de cumplimiento: en el que no hay certeza su continuidad, de gran trayectoria y aceptado para el mecanismo de no causación del impuesto al carbono, CORSIA y reconocido a nivel internacional. Acepta sus metodologías.
- **ColCX**-Programa voluntario aceptado para el mecanismo de no causación del impuesto al carbono: acepta todos los sectores y todas las metodologías.
- **Cercarbono**-Programa voluntario aceptado para el mecanismo de no causación del impuesto al carbono: acepta los sectores asociados a energía y metodologías del MDL.
- **BioCarbon Registry**-Programa voluntario aceptado para el mecanismo de no causación del impuesto al carbono: acepta los sectores asociados a energía y metodologías del MDL.

A continuación, se presentan los criterios para la selección del Estándar de Carbono o Programa de Certificación de GEI.

#### Requisitos del programa y capacidad de cumplimiento de la iniciativa de mitigación

Los Estándares de Carbono o Programas de Certificación de GEI, por lo general, desarrollan documentos que explican sus requisitos, los cuales deben ser cuidadosamente revisados antes de tomar una decisión. Uno de los principales criterios

es el reconocimiento de la metodología seleccionada por el programa escogido. Existen requisitos adicionales para tener en cuenta como los mencionados en la tabla A14.

TABLA A14. EJEMPLOS DE REQUISITOS PROPIOS DE LOS ESTÁNDARES DE CARBONO O PROGRAMAS DE CERTIFICACIÓN DE GEI INTERNACIONALES

REQUISITO	VCS	MDL
Metodologías	Aplican metodologías desarrolladas por VCS y metodologías vigentes del MDL	Aplican metodologías vigentes del MDL.
Fecha de inicio del proyecto	Definido cuando el proyecto empieza a generar reducción de emisiones.	Definido cuando el proyecto realiza la primera acción real para llevar a cabo la actividad del proyecto, como la firma de un contrato de compra de equipos.  Existe el término fecha de inicio del periodo crediticio, que tiene un contexto similar al de VCS.

REQUISITO	VCS	MDL
Consideración temprana	No aplica	El titular de la iniciativa debe notificar al secretariado del MDL, su decisión de buscar el registro ante este programa, 180 días posteriores a la fecha de inicio del proyecto.
Autorización de la Autoridad Nacional Designada (AND)	No aplica	Debe obtenerse por escrito por parte de la AND, la Dirección de Cambio Climático de MinAmbiente.
Validación y Verificación	Se requieren ambas instancias. VCS permite realizarlas al tiempo	Se requieren ambas instancias. MDL requiere validación primero para lograr el registro y posteriormente realizar la implementación del proyecto.

Fuente: CO2CERO (2020).

A continuación, en la tabla A15 se listan los documentos básicos que el titular de la iniciativa debe conocer para los diferentes programas de certificación:

TABLA A15. DOCUMENTOS PARA LA FORMULACIÓN DE PROYECTOS SECTORIALES DE MITIGACIÓN

PROGRAMA	DOCUMENTOS
MDL	Glossary of CDM Terms CDM Project Standards for Project Activities CDM Project Standards for Programme of Activities
VCS	Program definitions VCS Standard
Cercarbono	Documento normativo para la certificación: Protocolo para la certificación voluntaria
ColCX	NTC ISO 14064-2 e NTC ISO 14064-3
BioCarbon Registry	Programa de certificación y registro de iniciativas y otros proyectos de gases de efecto invernadero

Fuente: CO2CERO (2020).

#### Sector del proyecto

Los sectores de proyectos bajo las metodologías seleccionadas se clasifican por MDL (véase la tabla A16).

TABLA A16. SECTORES DEL PROYECTO SEGÚN LA METODOLOGÍA

METODOLOGÍA	SECTOR
AMS-III.AB	Sector 11. Emisiones fugitivas de la producción y consumo de halocarbonos y hexafluoruro de azufre
VM0001	
AMS-II.B	Sector 1. Industrias energéticas (fuentes renovables/no renovables)
AMS-II.E	Sector 3. Demanda de energía

#### Aprobación del uso de la metodología seleccionada

Cada metodología puede aplicar a diferentes Estándares de Carbono o Programas de Certificación de GEI como se

presenta a continuación en la tabla A17.

TABLA A17. OPCIONES DE PROGRAMAS SEGÚN LA METODOLOGÍA

METODOLOGÍA /PROGRAMA	AMS-III.AB	VM0001	AMS-II.B	AMS-II.E	AMS-II.Q	ENFOQUE DEL PROGRAMA
American Carbon Registry <a href="https://americancarbonregistry.org/">https://americancarbonregistry.org/</a> Canadá	X		X	X	X	Mercado voluntario y no causación del impuesto al carbono
Clean Developed Mechanism <a href="https://cdm.unfccc.int/">https://cdm.unfccc.int/</a> Internacional	X		X	X	X	Mercado voluntario y no causación del impuesto al carbono Mercado regulado – Unión Europea Corsia
CSA Group Registries <a href="https://www.csaregistries.ca/index_e.cfm">https://www.csaregistries.ca/index_e.cfm</a> Canadá	X		X	X	X	Mercado voluntario y no causación del impuesto al carbono
Cercarbono <a href="https://www.cercarbono.com/">https://www.cercarbono.com/</a> Colombia			X	X	X	Mercado voluntario y no causación del impuesto al carbono
ColCX <a href="https://colcx.com/">https://colcx.com/</a> Colombia	X	X	X	X	X	Mercado voluntario y no causación del impuesto al carbono
BioCarbon Registry <a href="https://biocarbonregistry.com/es_es/Colombia">https://biocarbonregistry.com/es_es/Colombia</a>			X	X	X	Mercado voluntario y no causación del impuesto al carbono
Verified Carbon Standard <a href="https://verra.org/project/vcs-program/">https://verra.org/project/vcs-program/</a> Estados Unidos	X	X	X	X	X	Mercado voluntario y no causación del impuesto al carbono

Fuente: CO2CERO (2020).

**Costos del programa**

Los programas de certificación presentan diferentes esquemas de costos, de acuerdo con las etapas que estos

establezcan. En la tabla A18 se presenta una comparación de costos entre VCS y MDL.

TABLA A18. COSTOS DE LOS PROGRAMAS INTERNACIONALES

PROGRAMA	DOCUMENTOS
MDL	Los costos de registro oscilan entre 5000 hasta 350 000 dólares dependiendo de la cantidad de Reducción de Emisión Certificada (REC) para un periodo crediticio (7 o 10 años). 0,10 dólares por reducción de emisión certificada (REC), por las primeras 15 000 tCO2e. 0,20 dólares por REC por encima de 15 000 tCO2e.
VCS	Apertura de cuenta 500 dólares. Los costos de registro tienen un tope de 10 000 dólares. Los costos de las reducciones de emisiones oscilan entre 0,0025 y 0,14 dólares de acuerdo con la cantidad de emisiones a certificar.

Fuente: CO2CERO (2020).

## 1.5 DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DEL PROYECTO Y DE LA LÍNEA BASE

En este punto es necesario definir los límites del proyecto. Eso quiere decir que el titular de la iniciativa debe describir el límite de la actividad propuesta, incluida la delimitación

física de la actividad del proyecto (véase la tabla A19), y qué fuentes de emisión<sup>14</sup> y gases generados se incluyen de acuerdo con la metodología seleccionada.

TABLA A19. DETERMINACIÓN DE ESCENARIOS DE LÍNEA BASE Y LÍMITES DEL PROYECTO SEGÚN LAS METODOLOGÍAS

METODOLOGÍA	LÍMITES DEL PROYECTO
AMS-III.AB	<p>Límite de fabricación (MB): el sitio donde se fabrica el equipo de refrigeración y se carga el gas refrigerante, se encuentra dentro del país anfitrión.</p> <p>Límite de uso (UB): los sitios donde cada equipo de refrigeración está en servicio durante su vida útil.</p> <p>Límite de servicio (SB): el sitio (s) donde los equipos de refrigeración se someten a servicio/mantenimiento, en caso de mal funcionamiento causado por fugas de refrigerante o falla del compresor.</p> <p>Límite de eliminación (DB): el sitio donde los equipos de refrigeración se desmantelan, desmontan y eliminan al final de la vida útil del producto.</p>
VM0001	<p>El conjunto de tiendas de venta al público en las que se han instalado los sistemas de detección de fugas en tiempo real (IR) por infrarrojos y se utilizan refrigerantes HFC.</p> <p>Cuando los sistemas de HCAV de estas tiendas están respaldados por estos mismos sistemas de detección IR, entonces el límite físico incluye también estos sistemas.</p>
AMS-II.B	El límite del proyecto es la ubicación física y geográfica de la unidad generadora eléctrica que utiliza combustibles fósiles a intervenir por la actividad del proyecto.
AMS-II.E	El límite del proyecto es la ubicación física y geográfica de los edificios donde se va a implementar la actividad del proyecto.
AMS-II.Q	El límite del proyecto es la ubicación física y geográfica de los edificios donde se va a implementar la actividad del proyecto.

Fuente: CO2CERO (2020).

Con lo anterior, también es posible identificar las categorías del Inventario Nacional asociadas con el proyecto en las metodologías empleadas. La tabla A20 presenta dicha relación.

TABLA A20. CATEGORÍAS DEL IPCC REPORTADAS EN EL INVENTARIO NACIONAL DE EMISIÓNES RELACIONADAS CON CADA METODOLOGÍA

METODOLOGÍA	CATEGORÍA IPCC
AMS-III.AB	Procesos Industriales y Uso de Productos 2F Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de Ozono 2F1 Refrigeración y aire acondicionado
VM0001	2F1a Refrigeración y aire acondicionado estacionario 2F2 Agentes espumantes
AMS-II.B	Energía 1A4 Otros sectores 1A4a Comercial / Institucional
AMS-II.E	Energía 1A Actividades de quema de combustible 1A1 Industrias de la energía 1A1a Producción de electricidad y calor como actividad principal

Fuente: Modificado del Segundo Reporte Bienal de Actualización (2018) por CO2CERO (2020).

Asimismo, en este paso es necesario definir la línea base. Esta hace referencia al escenario actual o tendencial de

emisiones (BAU, por sus siglas en inglés), en el que se asume que no se llevará a cabo el proyecto de reducción

14

Estas pueden ser controladas por este, relacionadas con la iniciativa o afectadas por la actividad de la iniciativa

de GEI. Comparando la línea de base con el resultado del proyecto, se puede obtener un estimado de cuántas reducciones se pueden lograr producto de la iniciativa de mitigación. Determinar la línea de base es fundamental para decidir si un proyecto es adicional y logra reducir emisiones

por encima del escenario normal<sup>15</sup>. Se debe demostrar que la actividad del proyecto es un escenario voluntario y que no obedece a la práctica común en el sector. En el caso que lo fuera, no sería adicional, ya que hubiera ocurrido de todas maneras.

### La determinación de la línea base también debe tener en cuenta

- Las instrucciones dadas en la metodología seleccionada, por ejemplo, para la identificación de las fuentes de emisión del escenario de línea base.
- La comparación entre la actividad a implementar y otros tipos existentes y alternativos de iniciativas.
- Otra información pertinente relacionada con las condiciones presentes o futuras, tales como las legislativas, técnicas, económicas, socioculturales, ambientales, geográficas, el sitio específico y las suposiciones o proyecciones temporales.
- Otros requisitos del Estándar de Carbono o Programa de Certificación de GEI (como la estimación de la vida útil de los equipos existentes en ausencia de la actividad de proyecto o cuantificación de factores de emisión bajo procedimientos definidos).

## 1.6 VIABILIDAD TÉCNICA Y FINANCIERA DE LA INICIATIVA

Evaluar la viabilidad técnica permite determinar si la actividad a implementar por el titular de la iniciativa de mitigación y los objetivos y metas definidos son acordes con la metodología seleccionada.

Por su parte, la evaluación de la viabilidad financiera consiste en determinar los recursos económicos necesarios para llevar a cabo las fases de la iniciativa, incluyendo los gastos de capital (como la compra de equipos, gastos de obra civil, contratación de expertos o servicios de validación), los gastos de operación (como el costo de operación del plan de monitoreo y contratación de servicios de verificación) y los posibles ingresos que obtengan por la venta de las reducciones de emisiones certificadas. Por lo general, los proyectos no son realizados en la práctica común por presentar escenarios financieros poco atractivos en comparación con su retorno o el retorno de otra actividad asociada al negocio. De hecho, para un supermercado puede ser más atractivo financieramente abrir un nuevo punto de venta que mejorar una instalación existente o reparar sus gabinetes de refrigeración que comprar nuevos con una mayor eficiencia energética y un gas refrigerante de menor PCG.

Para determinar la viabilidad financiera, el titular de la iniciativa debe, con los datos de línea base y reducción de

Igualmente, es importante mencionar que el titular de la iniciativa de mitigación debe construir la línea base teniendo en cuenta la información de escenarios de referencia publicada por el MinAmbiente y, en el caso de no encontrarla, se recomienda realizar la consulta de forma escrita a esta entidad. Asimismo, se debe guardar consistencia con los factores de emisión, datos de actividad, factores de emisión y potenciales de calentamiento global utilizados por el IDEAM, variables de proyección de las emisiones de GEI y los demás parámetros empleados para la construcción de dicho escenario. En el caso en que se cuente con información más detallada de los parámetros usados para construir el escenario de referencia, podrá ser utilizada siempre y cuando la línea base de la iniciativa no conduzca a una sobreestimación de los resultados de mitigación con respecto a la información nacional<sup>16</sup>.

Para cuantificar la línea base es necesario partir de las fórmulas que establece cada una de las metodologías. Para más detalle, véase el numeral IV de este Anexo.

emisiones *ex ante*, calcular la cantidad de reducciones que el proyecto hipotéticamente puede lograr en un periodo de tiempo determinado. Con este valor y el precio en el mercado de las reducciones de emisiones certificadas, puede estimar los ingresos en dinero que el proyecto puede recibir.

La decisión frente a los posibles ingresos del proyecto y el retorno de inversión o cualquier otro indicador por utilizar dependerá de las condiciones propias del titular de la iniciativa.

Como ejemplo, si una compañía aprueba proyectos con un retorno del 15 %, de acuerdo con los gastos de capital, costos de operación y posibles ahorros en energía y combustible, puede que la suma de los ahorros y los ingresos por la venta de las reducciones de emisiones certificadas logren cumplir con esa condición o simplemente logren mejorar el retorno calculado únicamente con los posibles ahorros<sup>17</sup>.

Las tablas A21 y A22 presentan algunos ejemplos de gastos de capital y costo de operación para tener en cuenta en la planificación e implementación de los proyectos asociados con las metodologías.

15 Las líneas base se construyen teniendo en cuenta las actividades planeadas previo al desarrollo del proyecto. Una adecuada estimación de la línea base reconocerá las otras acciones que contribuyen a la reducción de emisiones.

16 Para más detalle consultar los lineamientos establecidos en la Resolución 1447 de 2018, en sus artículos 24 y 35, según apliquen.

17 Para más información, se recomienda consultar la Guía para la evaluación de análisis de inversiones que se adjunta a la

herramienta de adicionalidad disponible en [https://cdm.unfccc.int/filestorage/e/x/t/extfile-20150817153802500-Reg\\_guid03.pdf/Reg\\_guid03.pdf?t=UXp8cWdwbDR6fDBpr2wDbApXG9BxqmqzSAlr](https://cdm.unfccc.int/filestorage/e/x/t/extfile-20150817153802500-Reg_guid03.pdf/Reg_guid03.pdf?t=UXp8cWdwbDR6fDBpr2wDbApXG9BxqmqzSAlr)

TABLA A21. GASTOS DE CAPITAL DE PROYECTOS DE MITIGACIÓN SEGÚN LAS METODOLOGÍAS

GASTOS DE CAPITAL
Compra de equipos Gabinetes de refrigeración Equipos y sistema RAC Unidades de generación de energía eléctrica Equipos de monitoreo Software de modelación para consumo de energía
Remanufactura de unidades de generación de energía eléctrica
Costo de obra civil para adecuaciones Aislamiento térmico Disposición óptima de equipos
Costo de diseño para edificios energéticamente eficientes
Costo de obra civil para un edificio energéticamente eficiente
Consultoría especializada para la formulación del proyecto de mitigación
Costos de validación
Costo del registro ante un Estándar de Carbono o Programa de Certificación de GEI

Fuente: tomado de varios DdP y modificado por CO2CERO (2020).

TABLA A22. COSTOS DE OPERACIÓN DE PROYECTOS DE MITIGACIÓN SEGÚN LAS METODOLOGÍAS

COSTOS DE OPERACIÓN
Compra de insumos Combustibles Energía eléctrica Gas refrigerante Licencias para software
Costos de mantenimiento Gabinetes de refrigeración Equipos y sistema RAC Unidades de generación de energía eléctrica Equipos de monitoreo Instalaciones
Costos de mano de obra para la implementación del plan de monitoreo
Consultoría especializada para la implementación del proyecto de mitigación
Costos de verificación
Costo de la certificación ante un Estándar de Carbono o Programa de Certificación de GEI
Costos de emisión de la declaración de reducción de emisiones verificada por un Estándar de Carbono o Programa de Certificación de GEI

Fuente: tomado de varios DdP y modificado por CO2CERO (2020).

Como ejemplo, se presenta el cálculo de la reducción de emisiones ex ante y los posibles ingresos por venta de reducción de emisiones de GEI certificadas para la

metodología AMS-III.AB:

$$RE \text{ ex ante}_y = \sum ELB_y - \sum EP_y$$

Las emisiones de línea base son las fugas del HFC actualmente utilizado en la fabricación, uso, mantenimiento y disposición de equipos de refrigeración tipo gabinete, donde:

$RE_{ex\ ante,y}$	reducción de emisiones en el año
$ELB_y$	emisiones de línea base en el año
$EP_y$	emisiones de proyecto en el año

La reducción de emisiones ex ante se calcula utilizando la cantidad de gabinetes que van a ser fabricados, usados, reparados y dispuestos usando un refrigerante de menor PCG. Si el escenario de línea base son 20 000 gabinetes en uso (no incluye las otras etapas) con una carga inicial de 3 kg de HFC-134a, aplica el siguiente método de cálculo:

$$ELB_y = ELB_{s,y}$$

Donde

$ELB_y$  = emisiones de línea base en el año y

$ELB_{s,y}$  = emisiones de línea base de los gabinetes en servicio en el año y

$$ELB_{s,y} = \sum_i R_i \times FE_{s,y} \times N_{s,i,y} \times PCG_{HFC} \times \frac{1}{1000}$$

Donde

$R_i$  = cantidad inicial del refrigerante.

$FE_{s,y}$  = factor de emisión de fuga del HFC durante el uso del gabinete expresada como una fracción de la carga inicial. En este caso se usa el 15 %, factor utilizado en el INGEI.

$N_{s,i,y}$  = número de gabinetes en servicio.

$PCG_{HFC}$  = potencial de calentamiento global del HFC 134a, en este caso, 1300.

El resultado de las emisiones de línea base sería el siguiente:

$$ELB_{s,y} = \sum_i 3kg \times 15\% \times 20000 \times 1300 \text{ tCO2e} \times \frac{1}{1000} = 11700 \text{ tCO2e}$$

Si la actividad de proyecto es utilizar R744, con un PCG de 1, bajo las mismas condiciones, las emisiones de proyecto ex ante serían las siguientes:

$$EP_{s,y} = \sum_i R_i \times FE_{s,y} \times N_{s,i,y} \times PCG_{HFC} \times \frac{1}{1000}$$

Reemplazando los valores, se tiene el siguiente resultado:

$$EP_{s,y} = \sum_i 3kg \times 15\% \times 20000 \times 1 \text{ tCO2e} \times \frac{1}{1000} = 9 \text{ tCO2e}$$

El total de reducción de emisiones ex ante para el proyecto en un año es de  $11700 - 9 = 11691$  tCO2e. Con este valor es posible determinar el ingreso estimado por certificados de carbono para el proyecto en un determinado periodo de tiempo. Si el proyecto se mantiene estable por 7 años, la reducción de emisiones ex ante y los posibles ingresos del proyecto, tomando como valor inicial 10 000 COP/ tCO2eq y un aumento anual del valor del 1,5 %. La tabla A23 presenta los posibles resultados del proyecto, considerando que los ingresos podrían ser utilizados para cubrir los gastos de capital o los costos de operación del proyecto.

TABLA A23. REDUCCIÓN DE EMISIONES EX ANTE Y POSIBLES INGRESOS POR LA VENTA DE REDUCCIONES CERTIFICADAS DE CARBONO SEGÚN PRECIOS DEL MERCADO EN COLOMBIA

AÑO	REDUCCIÓN EX ANTE	INGRESOS POR REDUCCIONES CERTIFICADAS (COP)
Año 1	11,691	116 910 000
Año 2	11,691	116 910 000
Año 3	11,691	116 910 000
Año 4	11,691	116 910 000
Año 5	11,691	116 910 000
Año 6	11,691	116 910 000
Año 7	11,691	116 910 000
Total	81,837	818 370 000

Fuente: CO2CERO (2020).

Para profundizar en algunos elementos a considerar en la

viabilidad financiera, véase el numeral IV de este Anexo.

## 1.7 FORMULACIÓN DEL PROYECTO PARA SU VALIDACIÓN Y REGISTRO ANTE EL ESTÁNDAR DE CARBONO

### Documento de Diseño del Proyecto (DdP)

Antes de que el titular de la iniciativa pueda presentar un proyecto para su validación (paso 1.8), se requiere la preparación del Documento de Diseño del Proyecto (DdP). El DdP presenta toda la información necesaria para demostrar que la planificación del proyecto cumple con los requisitos del Programa y del marco legal aplicable, incluyendo los requisitos de la metodología seleccionada para el establecimiento de la línea base, demostración de adicionalidad y uso de fórmulas de cuantificación. Es el documento principal en el que se presenta, además, el plan de monitoreo y es el que el validador evaluará a la hora de decidir si aprueba o no el proyecto, y el documento que se pondrá a consulta pública, si el programa lo requiere.

Los elementos básicos que deben tenerse en cuenta e incluirse en el DdP, de acuerdo con las Resoluciones 1447 de 2018 y 831 de 2020, son:

1. Título del proyecto, propósito(s) y objetivo(s).
2. Tipo de proyecto según su sector y tamaño.
3. Ubicación del proyecto, incluyendo información geográfica y física que permita la identificación única y descripción del alcance específico del proyecto. La ubicación incluye todas las instalaciones en las que se implementa la actividad del proyecto, al poder abarcar diferentes zonas de un país.
4. Condiciones anteriores a la iniciación del proyecto o establecimiento y descripción del escenario de línea base.
5. Una descripción de la forma en que el proyecto logrará la reducción de emisiones de GEI.
6. Tecnologías del proyecto, productos, servicios y grado esperado de actividad,
7. Reducciones de emisiones de GEI agregadas, establecidas en toneladas de CO<sub>2</sub>eq, que probablemente se presenten como resultado del proyecto de GEI. Este cálculo se realiza de acuerdo con los requisitos definidos en cada metodología para
  - » La estimación de la línea base.
  - » La estimación de las fugas que se presenten en el proyecto. La metodología aclara cuáles se deben considerar.
  - » La estimación de la reducción de emisiones para el periodo del proyecto.
  - » Los datos que deben ser monitoreados y los métodos adecuados (equipos, frecuencias o unidad de medida) que deben ser empleados según la metodología.
  - » La estimación de la reducción de emisiones durante el tiempo de operación del Proyecto.
8. Funciones y responsabilidades, incluyendo la información del contacto del proponente del proyecto, otros participantes en el proyecto, autoridades reglamentarias o

administradores pertinentes de todo programa o programas de GEI a los cuales se subscribe el proyecto de GEI.

9. Cualquier información pertinente para la elegibilidad de un proyecto de GEI dentro de un programa de GEI y la cuantificación de reducciones de emisiones. Dentro de los aspectos más relevantes se encuentra la selección de la metodología, siendo importante explicar y justificar todas las opciones metodológicas pertinentes, así:

» Cuando las metodologías aplicadas incluyen diferentes escenarios o casos, indicar y justificar qué escenario o caso aplican a la actividad del proyecto.

» Cuando las metodologías aplicadas ofrecen distintas opciones entre las que elegir (por ejemplo, "calcular el factor de emisión o usar el factor de la red eléctrica"), qué enfoque metodológico se utiliza para calcular el "el consumo de energía en un edificio" en la metodología AMS-II.Q), indicar y justificar qué opción se ha elegido para la actividad de proyecto.

» Cuando las metodologías aplicadas permitan diferentes valores por defecto, indicar y justificar qué valor por defecto se ha elegido para la actividad de proyecto.

10. Un resumen de la evaluación del impacto ambiental cuando la legislación o reglamentación aplicables exige dicha evaluación. Para el MDL esto se demuestra con la carta de aprobación de la autoridad ambiental; para el VCS se debe:

» Identificar y demostrar el cumplimiento del proyecto con todas y cada una de las leyes, estatutos y marcos normativos pertinentes.

» Describir la forma en la cual el proyecto contribuye a la consecución de cualesquiera prioridades de desarrollo sostenible declaradas a nivel nacional, incluidas las disposiciones relativas a la vigilancia y la presentación de informes al respecto.

» Resumir las evaluaciones del impacto ambiental realizadas con respecto al proyecto cuando proceda.

11. Resultados pertinentes de las consultas con las partes interesadas obligatorias tanto en MDL como en VCS para la etapa de registro.

12. Plan cronológico para la fecha de inicio y terminación de las actividades del proyecto, periodo crediticio del proyecto, frecuencia del seguimiento y del informe, así como el periodo del proyecto, incluyendo las actividades pertinentes del proyecto en cada etapa del ciclo del proyecto de GEI. Los períodos crediticios para el MDL y VCS pueden ser veintiún años divididos en tres períodos de siete años o diez años una sola vez. La razón para escoger un periodo u otro se basa en el análisis financiero del proyecto y la validez del escenario de línea base escogido.

Sin embargo, otros elementos que deben ser considerados durante la formulación del proyecto son:

- Planteamiento de la iniciativa como un programa de actividades bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio o un proyecto agrupado. Aunque existen diferencias en las reglas de formulación entre estas dos opciones, consisten en agrupar varios participantes de proyecto con características similares y que deseen ser parte de un proyecto de esta naturaleza, para sumar instalaciones y reducciones de emisiones, articulando el proyecto bajo una coordinación y criterios definidos. Esta opción aplicaría de mejor manera para tiendas de conveniencia que tienen pocos equipos de refrigeración y, sumando instalaciones, pueden generar suficientes reducciones para viabilizar un proyecto de mitigación.

- Metas de mitigación y Potencial máximo: el titular del Proyecto Sectorial de mitigación de GEI deberá establecer metas de mitigación orientadas al cumplimiento de las metas nacionales en cambio climático presentadas por el país ante la CMNUCC.
- Adicionalidad: el titular de la iniciativa de mitigación debe demostrar que las reducciones de emisiones de GEI

TABLA A24. CLASIFICACIÓN DE LOS PROYECTOS SEGÚN LOS CRITERIOS DE TAMAÑO

PROGRAMA	CRITERIOS
MDL	<p>Para aplicaciones solares fotovoltaicas, las especificaciones del fabricante pueden definir 15 MW (p) en condiciones de prueba de 1000 W/m<sup>2</sup> y 25 grados C o 600 W/m<sup>2</sup> y 35 grados C.</p> <p>Tipo II. Actividades de proyectos de eficiencia energética que reducen el consumo de energía, con un ahorro energético máximo de 60 GWh por año (o un equivalente apropiado) en cualquier año del período de acreditación.</p> <p>Tipo III. Otras actividades del proyecto no incluidas en el Tipo I o Tipo II que resultan en reducciones de emisiones de GEI que no exceden las 60 kt CO<sub>2</sub>eq por año en cualquier año del período de acreditación.</p> <p>La suma de la escala de componentes pertenecientes al mismo tipo de proyecto no excederá el límite de ese tipo de proyecto.</p> <p>Microescala: Si la escala de la actividad propuesta del proyecto está por debajo del umbral correspondiente a continuación, el titular del proyecto puede beneficiarse de las reglas simplificadas del MDL y los requisitos para las actividades del proyecto a microescala:</p> <p>Tipo I. Actividades de proyectos con una capacidad de producción de hasta 5 MW que emplean energía renovable como tecnología primaria.</p> <p>Tipo II. Actividades de proyectos que tienen como objetivo lograr ahorros de energía a una escala de no más de 20 GWh por año.</p> <p>Tipo III. Otras actividades de proyectos no incluidas en el Tipo I o Tipo II que tienen como objetivo lograr reducciones de emisiones de GEI a una escala de no más de 20 kt CO<sub>2</sub>eq por año.</p>
VCS	<p>Proyectos: menos o igual a 300 000 toneladas de CO<sub>2</sub>eq por año. Grandes proyectos: Más de 300 000 toneladas de CO<sub>2</sub>eq al año.</p>

Fuente: adaptado de MDL-VERRA por CO2CERO (2020).

Por lo general, los Estándares de Carbono o Programas de Certificación de GEI ofrecen formatos que el titular de la iniciativa debe completar. Los documentos listados en la tabla A25 son acompañados por otros archivos como hojas de cálculo en los que se realizan los cálculos para la estimación de la línea base, emisiones de proyecto, fugas y reducción de emisiones ex ante como soporte para demostrar la correcta aplicación de fórmulas y constantes, de acuerdo con lo establecido en la metodología. Las evidencias adicionales como facturas, actas de reunión, documentos de consulta y versiones preliminares del DdP deben ser conservadas para soportar el contenido de la versión final del DdP que se presenta para validación.

logradas no hubiesen ocurrido en ausencia de la iniciativa de mitigación de GEI, y que generan un beneficio neto a la atmósfera respecto a su línea base. Los titulares de las iniciativas de mitigación de GEI deben aplicar en todas sus actuaciones y procedimientos los criterios de adicionalidad establecidos en la legislación nacional, de forma complementaria a los criterios de adicionalidad establecidos por el estándar de carbono o programa de certificación de GEI.

- Concurrencia de beneficios: el titular de la iniciativa de mitigación de GEI debe atender lo establecido en el artículo 1.5.5.6 del Decreto 926 de 2017 sobre la concurrencia de beneficios cuando se ofertan resultados para la no causación del impuesto al carbono.
- Tamaño del proyecto. De acuerdo con la cantidad de reducción de emisiones o generación de energía, los proyectos para los Estándares de Carbono o Programas de Certificación MDL y VCS se clasifican según los criterios de tamaño, tal como se presenta en la tabla A24.

TABLA A25. FORMATOS DE DDP PARA MDL Y VCS

ESTÁNDAR DE CARBONO O PROGRAMA DE CERTIFICACIÓN DE GEI	PLANIFICACIÓN
MDL <sup>18</sup>	CDM-PDD-FORMProject design document form CDM-PoA-DD-FORM Programme of activities design document form
VCS <sup>19</sup>	Project Description

Fuente: adaptado de MDL-VERRA por CO2CERO (2020).

Una vez realizadas las actividades anteriores, en la tabla A26 se describe la información básica para presentar en la formulación de un proyecto sectorial de mitigación, de acuerdo con los criterios de la norma NTC-ISO 14064-2.

TABLA A26. INFORMACIÓN BÁSICA PARA PRESENTAR EN LA FORMULACIÓN DE UN PROYECTO DE MITIGACIÓN

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
Participantes	<p>Describir los participantes de la iniciativa, la organización encargada de la formulación e implementación de la iniciativa y responsable de lograr la reducción de emisiones.</p> <p>En caso de ser varias organizaciones (p. ej., una entidad encargada de la formulación de la iniciativa y otra de su ejecución) se deben identificar ambas organizaciones y sus respectivos roles.</p> <p>Si la actividad de la iniciativa va a ser implementada por varias organizaciones (p. ej., varias cadenas de supermercados) deben describirse claramente todos los participantes y sus roles.</p>
Ubicación	Incluye información sobre la organización, la ubicación geográfica y física que permita la identificación única de la actividad de la iniciativa y su delimitación (p. ej., país, región, ciudad o instalación) para establecer los límites.
Tipo de iniciativa	Para esta guía, las iniciativas son clasificadas como reducción de emisiones de GEI.
GEI abarcados	Identificar los GEI asociados al proyecto.
Condiciones previas o línea base	<p>Describir la situación actual explicando cómo suceden las emisiones de GEI, si existe normativa asociada a su reducción o un escenario de línea base preestablecido por una entidad del Estado relacionada con la actividad de la iniciativa.</p> <p>En caso de que la metodología determine cómo establecer la línea base, se deben igualmente seguir estas instrucciones.</p>
Tecnología o actividad por implementar	Describir la actividad a implementar que permitirá la reducción de emisiones de GEI. Si la actividad va asociada a alguna tecnología, debe describirse su funcionamiento.
Reducción de emisiones esperada	Calcular la reducción de emisiones que la actividad de la iniciativa puede lograr cuando esté implementada. Este cálculo se debe realizar siguiendo las instrucciones de la metodología seleccionada para la iniciativa y teniendo en cuenta las disposiciones de la normativa aplicable, por ejemplo, la Resolución 1447 de 2018 y la 831 de 2020.
Frecuencia de monitoreo	Definir los tiempos y métodos para medir las fuentes de emisión intervenidas por la actividad de la iniciativa y cuantificar sus resultados.

Fuente: CO2CERO (2020).

18 Los formatos para MDL se encuentran en el enlace [https://cdm.unfccc.int/Reference/PDDs\\_Forms/index.html](https://cdm.unfccc.int/Reference/PDDs_Forms/index.html)

19 Los formatos para MDL se encuentran en el enlace <https://verra.org/project/vcs-program/rules-and-requirements/> bajo la categoría de templates & forms.

## 1.8 SOLICITUD DE LA VALIDACIÓN DEL PROYECTO POR PARTE DE UN ORGANISMO DE VALIDACIÓN Y VERIFICACIÓN

Cuando el titular de la iniciativa tiene una línea base bajo las metodologías aprobadas, el DdP está terminado y este documento cumple con los requisitos del programa, el proyecto está listo para ser validado. Para este paso es importante seleccionar un OVV que cumpla con los siguientes requisitos:

Requisitos generales:

- Debe ser reconocido por el Estándar de Carbono o Programa de Certificación de GEI ante el cual el proyecto está solicitando el registro.
- Debe ofrecer el servicio de validación para el sector al que pertenece la metodología.
- Debe estar acreditado ante un Organismo de Acreditación bajo la norma NTC-ISO 14065, para el sector al que pertenece la metodología.
- Debe realizar la validación bajo la norma NTC-ISO 14064-3:2006 y los requisitos del programa.

Para el mecanismo de no causación del impuesto al carbono:

- Debe estar acreditado ante el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC) o por un organismo de acreditación miembro del Foro Internacional de Acreditación (IAF) bajo la norma NTC-ISO 14065, para el sector al que pertenece la metodología. La opción de acreditación internacional solo es válida en tanto ONAC aun no cuente con un MLA en los términos del Decreto 11595 de 2015.

Adicionalmente, los documentos necesarios para solicitar la validación de proyecto son:

- DdP diligenciado de acuerdo con el formato del Estándar de Carbono o Programa de Certificación de GEI.
- Hojas de cálculo en las que se implementan los criterios de cuantificación para la línea base, reducción de emisiones ex ante y fugas.
- Documentos de soporte como estudios técnicos que justifican la determinación de la línea base, cotizaciones de equipos, fichas técnicas, planos arquitectónicos, entre otros.
- Documentos de soporte para la identificación y selección de factores de emisión, PCG y otros factores de cálculo utilizados.
- Documentos de soporte para justificar la viabilidad técnica, financiera y la adicionalidad del proyecto.
- Características del software utilizado en la determinación de la línea base (si aplica).
- Cualquier otro documento exigido por el Estándar de Carbono o Programa de Certificación de GEI.

El proceso para realizar la validación está descrito en la norma NTC-ISO 14064-3 y comprende los siguientes pasos:

1. **Solicitud:** luego de seleccionar al OVV que cumpla con los requisitos del Estándar de Carbono o Programa de Certificación de GEI, el titular de la iniciativa contacta al OVV para indagar las condiciones del servicio. Por lo general, los OVV solicitan información del proyecto por medio de un formato de información.
2. **Presentación de la propuesta y formalización del contrato:** el OVV prepara una propuesta técnica explicando el proceso de validación, los requisitos a considerar, los parámetros utilizados para realizar el análisis de riesgo, el equipo de validación asignado, la duración y valor del servicio. El titular de la iniciativa debe revisar la propuesta para verificar que su contenido cumpla con sus necesidades, aceptar el equipo de validación y proceder a formalizar el contrato de servicio.
3. **Revisión documental y entrega del plan de validación:** una vez formalizado el contrato, el titular de la iniciativa debe entregar todos los documentos necesarios para la validación. El OVV revisará la documentación para definir el plan de validación y el plan de muestreo. Si aplica, confirmará que el DdP se presente o esté publicado para consulta pública.
4. **Desarrollo del plan de validación:** el OVV, en coordinación con el titular de la iniciativa, ejecuta el plan de validación que incluye visitas a las instalaciones del proyecto, entrevistas al titular de la iniciativa y otros participantes del proyecto. El OVV entrega los resultados de la validación en forma de hallazgos o no conformidades para ser corregidos por el titular de la iniciativa, lo que asegura que el proyecto cumple con todos los criterios de validación.
5. **Cierre de hallazgos y preparación del informe de validación:** una vez el titular de la iniciativa de tratamiento a los hallazgos y el OVV confirme su pertinencia, el OVV procede a realizar el informe final en el que da el concepto de la validación que puede ser positivo o negativo. El informe final debe ser revisado y aprobado internamente por el OVV antes de ser presentado al titular de la iniciativa.
6. **Entrega del informe final de validación al titular de la iniciativa:** luego de la aprobación del informe final de validación, se entrega al titular de la iniciativa o al programa de certificación según aplique.

El OVV debe adelantar el proceso de validación de acuerdo con los lineamientos que para este fin establecen los mecanismos de mitigación de GEI de la CMNUCC aplicables a Colombia, o la norma NTC-ISO 14064-3:2006 según corresponda.

## 1.9 SOLICITUD DEL REGISTRO DEL PROYECTO ANTE UN ESTÁNDAR DE CARBONO O PROGRAMA DE CERTIFICACIÓN DE GEI

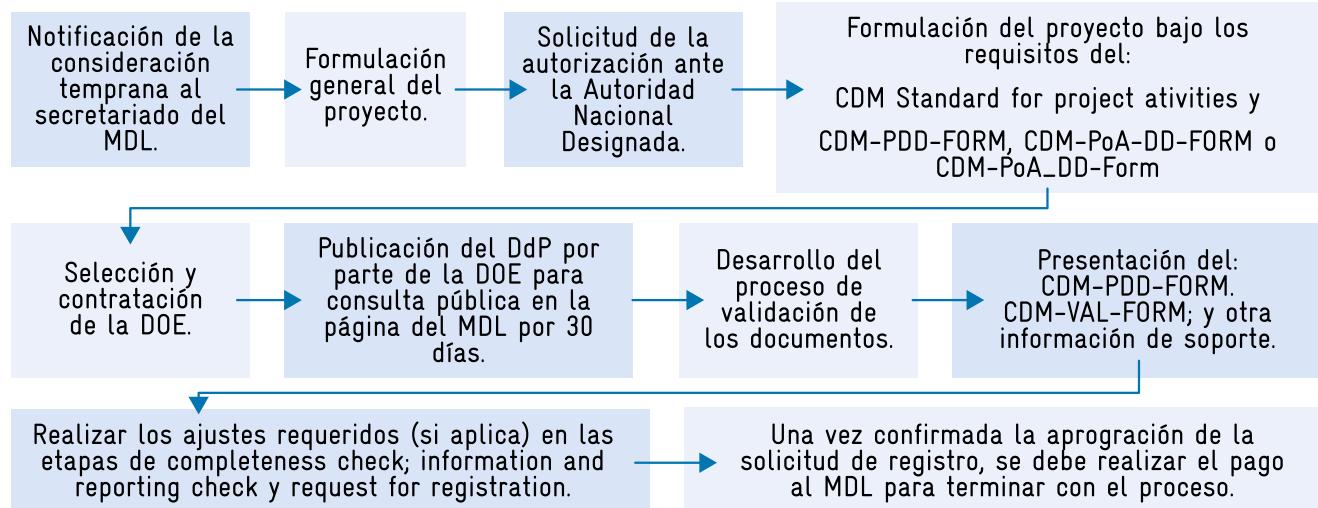
Para el registro, los Estándares de Carbono o Programas de Certificación de GEI establecen procesos documentados que se encuentran publicados en sus páginas web. Es práctica común que el titular de la iniciativa haga entrega del DdP y del informe final de validación para ser publicados en la página del estándar de carbono o programa de certificación de GEI como evidencia de la aceptación del proyecto.

En general, los Estándares de Carbono o Programas de Certificación de GEI realizan la revisión de los documentos entregados antes de la publicación del proyecto y, en algunos casos, solicitan aclaraciones a los documentos

que deben ser atendidas por el OVV y el titular de la iniciativa. Es decisión del Estándar de Carbono o Programa de Certificación de GEI aceptar o rechazar una iniciativa de mitigación si considera que no cumple con todos sus criterios.

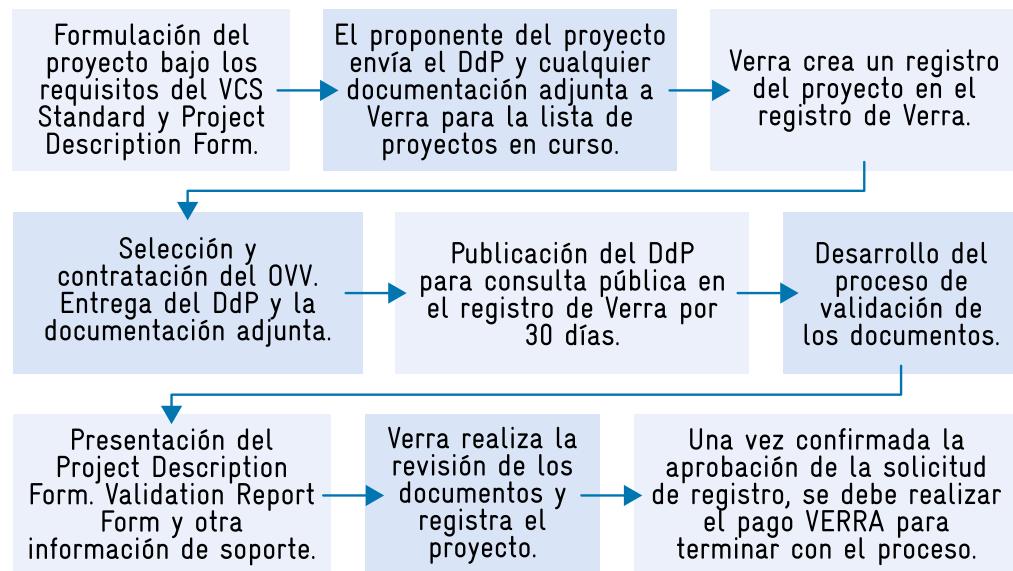
El proceso de registro termina cuando el proyecto y sus documentos son publicados con el concepto de registro favorable en la página del programa. Los gráficos A1 y A2 presentan de manera detallada las diferentes etapas que se deben surtir para registrar un proyecto ante el MDL<sup>20</sup> y VCS, respectivamente. Lo anterior aplica una vez la actividad del proyecto y la metodología han sido definidas (véase la figura A1).

FIGURA A1. ETAPAS PARA EL REGISTRO ANTE EL MDL



Fuente: CO2CERO (2020) con base en el CDM Project standard versión.

FIGURA A2. ETAPAS PARA EL REGISTRO ANTE EL VCS



Fuente: CO2CERO (2020) con base en VCS .

<sup>20</sup> La consideración temprana (paso 1 del proceso en la figura 2) es un requisito aplicable únicamente para el MDL y permite demostrar la intención de registrar un proyecto sectorial de mitigación ante este programa. El CDM project cycle procedure for project activities, versión 2.0, describe cómo realizar este procedimiento. Se debe informar tanto a la AND como al secretariado del MDL la intención de buscar el status de proyecto MDL, dentro de los 180 días de la fecha de inicio del proyecto, utilizando el formato CDM-PC-FORM. Es posible demostrar la consideración temprana al publicar el documento de diseño de proyecto, utilizando el formato CDM-PDD-FORM para consulta global de partes interesadas, proceso que se realiza a través de una Entidad Operacional Designada. Lo anterior no reemplaza la notificación a la ADN ni la obtención de la carta de aprobación de forma oficial.

La información básica solicitada en el formato CDM-PC-FORM es la ubicación de la actividad de proyecto del MDL propuesta, indicando el país, la región y la ubicación geográfica precisa (coordenadas geográficas u otros medios adecuados para identificar la ubicación del proyecto) y la tecnología bajo consideración para la actividad del proyecto. Para solicitar la carta de autorización nacional o carta de no objeción se deben atender las disposiciones de las Resoluciones 233 y 2734 de 2010 del entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

## 2. PASOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN O DESARROLLO DE PROYECTOS DE MITIGACIÓN DE GEI

La implementación del proyecto se enfoca en cuantificar los resultados obtenidos por el desarrollo de la actividad del proyecto, utilizando el plan de monitoreo propuesto en

el DdP y definido según los requisitos establecidos en la metodología seleccionada. En los siguientes numerales se explican los pasos de esta fase.

### 2.1 IMPLEMENTACIÓN DE LA ACTIVIDAD DEL PROYECTO, INCLUYENDO LAS ACTIVIDADES NECESARIAS PARA SU MONITOREO

De acuerdo con el DdP y la descripción de cómo el proyecto logrará la reducción de emisiones de GEI, el titular de la iniciativa y los participantes del proyecto deberán implementar la actividad o las actividades del proyecto para iniciar la reducción de emisiones, estableciendo una fecha de inicio de la actividad del proyecto. En paralelo, el titular de la iniciativa debe asegurar que el plan de monitoreo sea correctamente implementado, incluyendo la instalación de los equipos necesarios para el registro de los datos de actividad que luego serán asociados a las fórmulas para cuantificar la reducción de emisiones.

Cada metodología establece los parámetros a monitorear,

el método y la frecuencia de monitoreo. Sin embargo, la frecuencia de monitoreo deberá ajustarse de acuerdo con los requisitos de periodicidad de la información, según el artículo 15 de la Resolución 1447 de 2018. Las instrucciones específicas acerca del monitoreo para cada metodología preseleccionada se presentan en el numeral IV de este Anexo.

Es importante mencionar que con la misma frecuencia con la cual se lleva a cabo el monitoreo del proyecto se deben realizar los pasos que se presentan en las siguientes secciones (2.2, 2.3 y 2.4).

### 2.2 REGISTRO DE LOS RESULTADOS EN EL REPORTE DE MONITOREO (RDM)

Para desarrollar el RdM se deben tener en cuenta los criterios definidos en los Estándares de Carbono o Programas de Certificación de GEI y en la norma NTC-ISO 14064-2. Algunos de los elementos básicos que deben ser considerados se presentan a continuación:

- Información general del proyecto, como título, propósito y objetivos, tipo de proyecto, ubicación, metodología, tecnología, etc.
- Período crediticio y fecha de inicio de la actividad del proyecto.
- Tiempos y períodos de seguimiento.
- Descripción de la actividad de proyecto implementada y su estado de implementación.

- Cambios ocurridos entre el diseño y la implementación de la actividad proyecto, si aplica.
- Desviaciones ocurridas entre el diseño del plan de monitoreo y su implementación, si aplica.
- Descripción del sistema de monitoreo, incluyendo estimación, modelización, medición o enfoques del cálculo.
- Tipos de datos e información a comunicar, incluyendo unidades de medida y origen de los datos.
- Funciones y responsabilidades de seguimiento.
- Sistemas de gestión de la información sobre los GEI, incluyendo la ubicación y retención de los datos almacenados.

La tabla A27 presenta para los programas MDL y VCS el nombre del formato donde se preparará el RdM.

TABLA A27. FORMATO DE RDM PARA MDL Y VCS

ESTÁNDAR DE CARBONO O PROGRAMA DE CERTIFICACIÓN DE GEI	IMPLEMENTACIÓN
MDL	CDM-MR-FORM Monitoring Report Form CDM-PoA-MR-FORM Monitoring report form for CDM programme of activities
VCS	Monitoring Report

Fuente: CO2CERO (2020).

El RdM es acompañado por hojas de cálculo en las que se realizan los cálculos para la estimación de la reducción de emisiones ex post y se presenta como soporte para demostrar la correcta aplicación de fórmulas y constantes de acuerdo

con lo establecido en la metodología. Las evidencias adicionales como documentos de consulta para la selección de factores de emisión, PCG y otros parámetros partes del plan de monitoreo deben ser conservadas para soportar el contenido de la versión final del RdM que se presenta para verificación.

## 2.3 SOLICITUD DE VERIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS DE MITIGACIÓN MONITOREADOS ANTE UN ORGANISMO DE VALIDACIÓN Y VERIFICACIÓN INDEPENDIENTE Y ACREDITADO

Cuando el titular de la iniciativa tiene el RdM terminado y este documento cumple con los requisitos del programa, los resultados de mitigación monitoreados del proyecto están listos para ser verificados. Para esto, se debe escoger un OVV que cumpla con los requisitos presentados en el numeral 1.8 y los enumerados a continuación:

- No escoger el mismo OVV que realizó la validación, a menos que el Estándar de Carbono o Programa de Certificación de GEI lo permita.
- Se debe confirmar que el OVV siga siendo aceptado por

el Estándar de Carbono o Programa de Certificación de GEI y su acreditación se encuentre vigente. Se debe asegurar que se cumpla con las disposiciones relacionadas con la acreditación establecidas en el Decreto 446 de 2020 y que el alcance de la acreditación cubra el sector de la metodología. Asimismo, es importante tener en cuenta que el alcance de la acreditación para la verificación puede ser diferente al de la validación.

- Debe realizar la verificación bajo las normas NTC-ISO 14064-2 y NTC-ISO 14064-3 y los requisitos del programa.

### Los documentos necesarios para solicitar la verificación de proyecto son

- RdM diligenciado de acuerdo con el formato del Estándar de Carbono o Programa de Certificación de GEI (véase la tabla A27).
- Hojas de cálculo en las que se implementan los criterios de cuantificación para la reducción de emisiones ex post.
- Documentos de soporte para la identificación y selección de factores de emisión, PCG y otros factores de cálculo utilizados.
- Cualquier otro documento exigido por el Estándar de Carbono o Programa de Certificación de GEI.

El proceso para realizar la verificación está descrito en la norma NTC-ISO 14064-3 y comprende las mismas actividades descritas en numeral 1.8 de este anexo. La diferencia radica en los documentos entregados por el titular de la iniciativa y en el contenido del informe entregado por el OVV, en este caso se llamaría informe final de verificación.

El OVV debe adelantar el proceso de verificación de acuerdo con los lineamientos que para este fin establecen los mecanismos de mitigación de GEI de la CMNUCC aplicables a Colombia, o la norma NTC-ISO 14064-3:2006, según corresponda.

## 2.4 SOLICITUD DE LA CERTIFICACIÓN DE LA REDUCCIÓN DE EMISIONES VERIFICADAS ANTE EL ESTÁNDAR DE CARBONO O PROGRAMA DE CERTIFICACIÓN DE GEI DONDE EL PROYECTO SE ENCUENTRA REGISTRADO

Para la certificación, los Estándares de Carbono o Programas de Certificación de GEI establecen procesos documentados que se encuentran publicados en sus páginas web. Es práctica común que el titular de la iniciativa haga entrega del Plan de Manejo de Riesgo (RMP, por sus siglas en inglés) y del informe final de verificación para ser publicados en la página del programa como evidencia de la terminación de este proceso y la aceptación de los resultados por parte del programa.

En general, los programas realizan la revisión de los documentos entregados antes de la publicación del proyecto

y, en algunos casos, solicitan aclaraciones a los documentos que deben ser atendidas por el OVV y el titular de la iniciativa. Es decisión del Estándar de Carbono o Programa de Certificación de GEI aceptar o rechazar los resultados de la verificación si considera que no cumple con todos sus criterios.

El proceso de certificación termina cuando los documentos de la verificación son publicados en la página del programa y las reducciones de emisiones verificadas están disponibles para ser retiradas por el titular de la iniciativa, quien lo podrá hacer cuando realice la venta de las reducciones.

## 3. EJEMPLOS INTERNACIONALES

Como punto de partida para la identificación y viabilización de proyectos de mitigación de GEI para Colombia se presentan algunos referentes internacionales. A manera ilustrativa se recopila la información relevante de cinco proyectos enfocados en cambios de tecnología de refrigeradores y acondicionadores de aire, así como en eficiencia energética, con la identificación respecto a los

grupos de interés, metodología planteada, tecnologías aplicadas, inversión realizada, reducción de las emisiones de GEI y estado de los proyectos (véase tabla A28). Los proyectos identificados se encuentran registrados, validados y certificados. El estado de los proyectos permite determinar la viabilidad, su desarrollo e impacto.

TABLA A28. PROYECTOS INTERNACIONALES SELECCIONADOS

PROYECTO	METODOLOGÍA	TECNOLOGÍA IMPLEMENTADA	INVERSIÓN (USD)	REDUCCIONES GEI	GRUPOS DE INTERÉS
Proyecto de detección de fugas en refrigerantes por medio de sistemas infrarrojos	VM0001  Detección automática de fugas de refrigerantes por infrarrojos	La tecnología consiste en un sistema de detección/gestión de infrarrojos instalado en los sistemas de refrigeración DX. La vida útil esperada del equipo de IR es de al menos 15 años.  Estos detectores permiten la detección de fugas para CFC, HFC, HCFC y sus mezclas.	20 000 pesos por unidad y 100 000 por tienda comercial.	23 000 tCO2e por año.	Equipo de asesoría ambiental de CNBN. Colegas de la FMI Cumbre de Sostenibilidad. Líderes en los campos de crédito de carbono (incluidos los principales corredores). Red de empresas Desarrollo de Créditos Downstream Validador Certificador
Reemplazo de refrigerantes antiguos de la Fundación de Energía de Corea (KEF) para bajos ingresos.	AMS-II.C  Actividades de eficiencia energética del lado de la demanda para tecnologías específicas.  Instalación de nuevos equipos de eficiencia energética (por ejemplo, lámparas, balastos, refrigeradores, motores, ventiladores, aires acondicionados, sistemas de bombeo y enfriadores) en uno o más sitios del proyecto, como proyectos de modernización o nueva construcción.  No contempla al sector supermercados en la lista de priorización.	Adopción de equipos energéticamente eficientes (refrigeradores). Refrigerador de bajo consumo energético como lo son Modelo R-B315JB <sup>[21]</sup> .	516,13 pesos por refrigerante	848 tCO2e por año	Usuario final de los refrigeradores Centros de asistencia social Proveedores de equipos Gobierno local Validador Certificador
EOS HFC 310	CAR  Refrigerantes HFC certificados y recuperados.  Busca incentivar la reducción de	Hudson Technologies es un centro de recuperación de refrigerantes aprobado por la US EPA. En los Estados Unidos, la Ley de Aire Limpio	-	8468 tCO2e por año	Climate Inc. Generador <sup>[22]</sup> : Jaco Recuperador: Hudson Technologies Validador Certificador

21 Para la implementación de este tipo de tecnologías se debe realizar un análisis de línea base identificando los tipos de refrigeradores existentes y su reemplazo por nuevos sistemas de refrigeración que presenten una mayor eficiencia energética y cuenten con refrigerantes sin SAO.

22 Este grupo de interés está representado en las empresas, usuarios finales y centros o instalaciones que entregan los refrigerantes a la empresa acopiadora primaria o directamente a la empresa de su recuperación o eliminación.

PROYECTO	METODOLOGÍA	TECNOLOGÍA IMPLEMENTADA	INVERSIÓN (USD)	REDUCCIONES GEI	GRUPOS DE INTERÉS
EOS HFC 310	<p>emisiones de GEI mediante el uso de refrigerantes HFC recuperados certificados para desplazar la producción y uso de refrigerantes HFC vírgenes.</p> <p>Aplicable solo a territorios de Estados Unidos.</p>	requiere que el refrigerante usado sea procesado por un recuperador certificado por la EPA y técnicos certificados por la EPA. Hudson procesa el refrigerante para eliminar el aceite y el agua para que cumpla con las especificaciones de un gas refrigerante nuevo.	-	8468 tCO2e por año	Climate Inc. Generador <sup>23</sup> : Jaco Recuperador: Hudson Technologies Validador Certificador
A-Gas 2019-7	<p>ACR</p> <p>Destrucción de sustancias que agotan el ozono y espuma de alto PCG</p> <p>La metodología ACR proporciona un marco para la cuantificación, monitoreo, notificación y verificación de las reducciones de emisiones de GEI asociadas con el abastecimiento y la destrucción en los Estados Unidos y sus territorios de (1) SAO de alto PCG provenientes de RAC; (2) agentes de soplado de espuma de alto PCG que se extraen de la espuma de aislamiento; (3) espuma de aislamiento que contiene agente(s) de soplado con alto PCG.</p> <p>Aplicable solo a territorios de Estados Unidos.</p>	Almacenamiento, pesaje, transporte e incineración.	-	91 017 tCO2e por año	Generador Traspór-tador <sup>24</sup> Reclamador Instalación de almacenamiento intermedio Validador Certificador
ECC Destrucción de SAO 2013	ACR	Almacenamiento, pesaje, transporte e incineración	-	255 227 tCO2e por año	Generador Transportador Gestor final <sup>25</sup> Validador Certificador

Fuente: CDM, Verra, ACR y CAR. Adaptado por CO2CERO (2020).

<sup>23</sup> Este grupo de interés está representado en las empresas, usuarios finales y centros o instalaciones que entregan los refrigerantes a la empresa acopiadora primaria o directamente a la empresa de su recuperación o eliminación.

<sup>24</sup> Este grupo de interés se encarga de realizar la recolección y transporte de los refrigerantes, puede ser el caso la recogida de estos gases como en el transporte hacia el sitio de disposición final o recuperación.

<sup>25</sup> Grupo de interés encargado del tratamiento y recuperación de refrigerantes HFC. Como el caso de los proyectos la empresa Hudson Technologies desarrolla este rol.

# 4. CRITERIOS DADOS EN LAS METODOLOGÍAS PRESELECCIONADAS PARA LA FORMULACIÓN DE INICIATIVAS DE MITIGACIÓN EN EL SECTOR DE SUPERMERCADOS

## METODOLOGÍA AMS-III.AB. EVITAR LAS EMISIÓNES DE HFC EN LOS GABINETES AUTÓNOMOS DE REFRIGERACIÓN COMERCIAL

### Línea base

Para esta metodología es importante tener en cuenta las emisiones de referencia, las cuales se calculan con la suma de las siguientes emisiones, tal como lo muestra la fórmula (1):

» **Las emisiones durante la fabricación (cuando correspondan).** Estas emisiones son calculadas como la cantidad de refrigerante HFC emitido a la atmósfera durante carga inicial de los armarios frigoríficos en el lugar de fabricación.

» **Las emisiones de HFC durante el uso y el mantenimiento.** Estas emisiones fugitivas ocurrirían durante el uso de los gabinetes de helado del congelador, incluidas las emisiones durante el mantenimiento de los gabinetes.

» **Las emisiones de HFC durante la eliminación de los gabinetes de refrigeración.** Estas emisiones ocurren durante la eliminación del armario frigorífico al final de la vida útil del gabinete.

$$BE_y = BE_{MB,y} + BE_{SB,y} + BE_{DB,y} \quad (1)$$

Donde

$BE_y$  Emisiones de referencia en el año y (tCO<sub>2</sub>e).

$BE_{MB,y}$  Emisiones de referencia para los gabinetes que ingresan al límite de fabricación dentro del año y (tCO<sub>2</sub>e).

$BE_{SB,y}$  Emisiones de referencia para los gabinetes que ingresan al límite de servicio dentro del año y (tCO<sub>2</sub>e).

$BE_{DB,y}$  Emisiones de referencia para los gabinetes que ingresan al límite de disposición dentro del año y (tCO<sub>2</sub>e).

Por otro lado, las emisiones de referencia en el límite de fabricación se estiman según lo establecido en la fórmula (2) así:

$$BE_{MB,y} = \sum_i \frac{R_i * EF_{MB} * N_{MB,i,y} * GWP_{HFC} * 1}{100} \quad (2)$$

Donde

$i$  Índice de tipos de armario de refrigerante.

$R_i$  Carga inicial de refrigerante en la placa de características del armario frigorífico tipo i según especificaciones del fabricante (kg).

$EF_{MB}$  Emisión fugitiva de refrigerante que se produce durante la fabricación de armarios de refrigeración expresados como una fracción de la carga inicial. En

ausencia de datos específicos del país (región) o del proyecto, valores predeterminados en el capítulo siete "Emisiones de sucedáneos fluorados de sustancias que agotan la capa de ozono", de las Directrices del IPCC de 2006 para gases de efecto invernadero nacionales.

$N_{MB,i,y}$  Número de armarios frigoríficos del tipo i que entran en la fabricación límite en el año y GWP HFC Potencial de calentamiento global del HFC 134a Factor 1/1000 para convertir kg en t.

Asimismo, las emisiones de referencia en el límite de servicio se estiman teniendo en cuenta la fórmula (3):

$$BE_{SB,y} = \sum_i \frac{R_i * EF_{SB} * N_{SB,i,y} * GWP_{HFC} * 1}{100} \quad (3)$$

Donde

$EF_{SB}$  Factor de emisión fugitivo de HFC durante el mantenimiento de gabinetes de refrigeración expresado como una fracción de la carga inicial. En ausencia de país (región) o valores predeterminados de datos específicos del proyecto en el capítulo siete "Emisiones de fluorados sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono" de las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero pueden ser usados.

$N_{SB,i,y}$  Número de gabinetes de refrigeración tipo i reparados/mantenidos durante el año (y).

En este sentido, las emisiones de referencia durante el límite de eliminación se calculan según la fórmula (4) así:

$$BE_{DB,y} = \sum_i \frac{R_i * EF_{BD} * N_{SB,i,y} * GWP_{HFC} * 1}{100} \quad (4)$$

Donde

$EF_{DB}$  Factor de emisión fugitivo de HFC durante la eliminación de armarios de refrigeración. En ausencia de datos predeterminados específicos del país (región) o del proyecto valores en el capítulo siete "Emisiones de sucedáneos fluorados que agotan la capa de ozono" de las Directrices del IPCC de 2006. Se pueden utilizar las directrices para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

$N_{SB,i,y}$  Número de gabinetes de refrigeración tipo i que ingresan al límite de eliminación durante año (y).

Vale la pena resaltar que los valores por defecto del IPCC para los coeficientes de emisión pueden utilizarse en ausencia del país. Cualquier dato específico del proyecto serán valores conservadores estimados de acuerdo con el nivel 2 (a) factor de emisión o 2 (b) enfoque de balance de

## Fugas

Las fugas se calculan si el equipo se transfiere de otra actividad, esto se realiza de la siguiente manera:

### Emisiones de la actividad del proyecto

El proyecto de emisión fugitiva de refrigerante de bajo potencial de calentamiento atmosférico para los armarios de refrigeración independientes se calcula como se establece en la fórmula (5):

$$PE_y = PE_{MB,y} + PE_{SB,y} + PE_{DB,y} \quad (5)$$

Donde

$PE_y$  Emisiones del proyecto PEy en el año (y) (tCO2e).

$PE_{MB,y}$  Emisiones del proyecto para los gabinetes que ingresan al límite de fabricación dentro del año y (tCO2e).

$PE_{SB,y}$  Emisiones del proyecto para los gabinetes que ingresan al límite de servicio dentro del año y (tCO2e).

$PE_{DB,y}$  Emisiones del proyecto para los gabinetes que ingresan al límite de disposición dentro del año y (tCO2e).

masa especificado en el capítulo siete de las Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.

Asimismo, las emisiones del proyecto en el límite de fabricación se estiman a continuación en la fórmula (6):

$$BE_{MB,y} = \sum_i \frac{R_i * EF_{MB} * N_{MB,i,y} * GWP_{HC} * 1}{100} \quad (6)$$

Donde

$GWP_{HC}$  Potencial de calentamiento global del refrigerante de bajo GWP en la refrigeración los armarios del proyecto.

En este sentido, las emisiones del proyecto en el límite de servicio se estiman según la fórmula (7) así:

$$BE_{SB,y} = \sum_i \frac{R_i * EF_{SB} * N_{SB,i,y} * GWP_{HC} * 1}{100} \quad (7)$$

Seguidamente, las emisiones del proyecto durante la vida útil y la eliminación del refrigerante de gabinetes se estiman según la fórmula (8)

$$BE_{DB,y} = \sum_i \frac{R_i * EF_{DB} * N_{DB,i,y} * GWP_{HC} * 1}{100} \quad (8)$$

## Monitoreo

Las actividades de monitoreo se enfocan en las reducciones de emisiones en cada año del periodo de acreditación (ERy) y se calculan teniendo en cuenta la diferencia entre las emisiones de referencia y las emisiones y fugas de la actividad del proyecto.

$$ER_y = BE_y - PE_y - LE_y \quad (9)$$

Así las cosas, la estimación previa a la reducción de emisiones se presentará en el PDD con base en número estimado de gabinetes de refrigeración recién introducidos, el número esperado de servicio obras y del número de armarios sometidos a desmantelamiento y disposición en cada año (y).

Los valores predeterminados del IPCC para factores de carga, vida útil y emisión pueden usarse en ausencia de datos específicos del país o del proyecto. Si los parámetros del proyecto son menos conservadores que los del IPCC valores por defecto, se dará la justificación adecuada en el PDD.

Es importante resaltar que las actividades de monitoreo deben incluir el número de armarios frigoríficos del tipo i que entran en la fabricación, el límite en el año y (NMB, i, y); adicionalmente de contener el número de gabinetes de refrigeración del tipo i que entran en el límite de uso

en el año y (NUB, i, y). Este límite abarca los gabinetes fabricados dentro del país anfitrión e incluido en el límite de fabricación (NMB, i, y), más los armarios fabricados en el extranjero que entraron en el límite de uso en el año (y); así mismo debe contemplar el número de gabinetes de refrigeración del tipo i a los que se les dio servicio en el año y (NSB, i, y), en caso de mal funcionamiento causado por fugas de refrigerante o falla del compresor; finalmente el número de armarios frigoríficos del tipo i retirados del servicio y dispuestos en el fin de su vida útil en el año y (NDB, i, y).

Por otro lado, se deberán monitorear otras variables como la carga de refrigerante para cada modelo, la cantidad de refrigerante adquirido en cilindros para recargar los gabinetes y la cantidad de refrigerante utilizada para el mantenimiento de los gabinetes, la cual debe contarse con la cantidad de refrigerante adquirido para llenar. Esto se hace sobre la base de la masa enfoque de equilibrio del capítulo siete del IPCC de 2006 de manera que la cantidad de refrigerante adquirido en un año (y) específico equivale a:

$$y = \sum_i R_i * EF_{SB} * N_{SB,i,y} \quad (10)$$

Es importante registrar una base de datos de los proyectos que contenga información como el número de unidades de cada modelo de armarios adquiridas y puestas en servicio,

con fecha de puesta en servicio, lugar de operación, individual y exclusivamente registro generado. La carga de refrigerante para cada modelo: cantidad fija basada en la placa de identificación capacidad (el rango es de 0,2 kg < Ri < 6 kg por cada unidad comercial independiente). Los documentos de respaldo para la adquisición de la cantidad total de refrigerante anualmente en las unidades de servicio y recarga. El número de gabinetes de refrigeración para servicio: el número total de gabinetes para un año en particular que se somete a reparación, recarga o revisión

del compresor/mantenimiento y el número de unidades rechazadas/eliminadas para cada modelo.

Finalmente, durante el proceso de validación o verificación se realizará una comprobación aleatoria de gabinetes en cada límite; paralelamente se utilizará un detector de hidrocarburos para verificar el gas utilizado como refrigerante de bajo GWP.

## Enfoque financiero

Implementar proyectos basados en este tipo de metodología abarca altos costos, por lo cual el reto de este tipo de proyectos es encontrar un equilibrio o un balance en la implementación, mantenimiento y sustitución de los equipos enfocándose hacia el aprovechamiento máximo de estos que redunde en la reducción de costos adicionales como fugas presentadas durante su funcionamiento. Adicionalmente es necesario contar con fuentes de financiación que permitan el desarrollo del proyecto y que en el corto plazo se logre alcanzar beneficios retributivos a la inversión que se realiza, para lo que se requiere una planeación financiera muy sólida debido a que los proyectos que implementen este tipo de metodología realizarán cambios radicales en los equipos usados.

Por otro lado, el cambio de componente tecnológico requiere inversiones por parte de las organizaciones para

su implementación y su mantenimiento en el tiempo sobre todo si se quieren demostrar resultados de mitigación en términos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. También, se debe mencionar que el proyecto podría tener posibilidades de financiamiento adicional si

se utilizan mecanismos de mercado para el comercio de reducción de emisiones.

Por último, y durante el proceso de planeación financiera, es necesario contemplar los costos que abarca uno o los profesionales que sean requeridos para realizar las mediciones, interpretaciones, calibraciones, análisis y uso adecuado de la información que se requiera para, planear, implementar y mostrar los resultados del proyecto.

## METODOLOGÍA VM0001. DETECCIÓN AUTOMÁTICA DE FUGAS DE REFRIGERANTES POR INFRARROJOS-METODOLOGÍA DE PROYECTO

### Línea base

Para el cálculo de las emisiones de la línea base es necesario tener en cuenta la tasa de fuga promedio anual resultado de HFC y HCFC que son emitidos durante el periodo de referencia y que incluyen los procesos de las operaciones, reparación o mantenimiento del equipo dentro de los límites del proyecto en ubicaciones donde se utilizan HFC. El periodo de referencia hace referencia a un periodo de tres años antes de la instalación del equipo infrarrojo (año (x)) y un periodo consecutivo de tres años, incluido el año de instalación del infrarrojo (x), que puede extenderse a la mayor parte de los tres años posteriores a dicha instalación si se cuenta con la información disponible.

Por otro lado, se deberá contemplar la línea de base histórica, la cual se basa en las tasas de emisión de HFC y HCFC, ya que es más conservador. Es importante señalar que la tasa de fuga de HCFC es inferior a la de los HFC, por lo tanto, usar una línea base basada únicamente en las fugas HFC podría exagerar los créditos. Es importante tener en cuenta que las entradas de datos se basarán en las que la empresa utilice para sus SAO/refrigerante para el cumplimiento respectivo. Por lo tanto, los datos de referencia se basarán en estos registros corporativos para las ubicaciones más importantes del proyecto, incluidas las

cargas de refrigerante de los equipos y los datos de fugas/uso.

Teniendo en cuenta que se hace referencia a un proyecto de modernización, la base instalada de tiendas en las que los sistemas de infrarrojos están presentes puede estar aumentando año tras año, esta línea base histórica deberá recalcularse para cada año (y), en el que los créditos del proyecto deben estimarse en función del conjunto de equipos de las tiendas que sistemas de infrarrojo instalados por año. Las emisiones de referencia vendrán dadas por una tasa de fuga de referencia adaptada al año (y): BLRy.

### Cálculos

Las emisiones de referencia de HFC se estiman así:

1. Para el año x, cuando se instalen los primeros sistemas infrarrojos: la línea de base histórica se calcularía sobre los totales de todos los refrigerantes en uso (HCFC y HFC), utilizando los totales de fugas y cargas en todos los sistemas de refrigeración en las tiendas en las que se han instalado sistemas de infrarrojos y los HFC están en uso por año y el año en el que se calcularán los créditos de

carbono, como sigue en la fórmula (11):

$$BLBy = \left[ \frac{Lx}{Cx} + \frac{Lx-1}{Cx-1} + \frac{Lx-2}{Cx-2} \right] / 3 \quad (11)$$

Donde

BLRy tasa de fuga de referencia de las tiendas que tienen sistemas de infrarrojos instalados por año y que tienen HFC en uso por año y (%).

Lx fugas totales de refrigerantes HFC y HCFC en el año x (lb) de equipos en tiendas que tienen sistemas de infrarrojos instalados por año (y), informar que los HFC están en uso en esta tienda por año (y).

Cx cargo total por refrigerantes HFC y HCFC en el año (x) (lb) del equipo en las tiendas que tienen los sistemas de infrarrojos instalados para el año (y) e informar que los HFC están en uso en este almacén por año (y).

Se debe tener en cuenta que Cx se medirá de acuerdo con los requisitos para los informes de SAO de la EPA; así mismo que las fugas totales y los volúmenes de carga totales son estimados a partir de los sistemas de base de datos utilizados para fines de gestión de SAO que miden las cantidades de refrigerantes utilizados para llenar el equipo de refrigeración cada vez que se produce una fuga, lo que refleja la cantidad de fugas de refrigerante. Cada

entrada describirá la cantidad de libras de refrigerante instaladas en el equipo en el momento de una fuga, lo que proporcionaría así las entradas de datos que, resumidas durante un año, dan totales para Lx. Estos mismos sistemas de datos también documentan las cargas de refrigerante para cada equipo en las tiendas. Por lo tanto, nuevamente, agregar estas cargas de refrigerante para cada pieza de equipo relevante da los totales de Cx.

Cabe resaltar que Lx incluye ajustes para "recargas" estacionales y "reducciones". Estos son estacionales aumentos y disminuciones en los niveles de carga de refrigerante para ajustar los cambios de temperatura estacionales en el ambiente. Los "rellenos" se considerarán una "fuga" (por lo tanto, una adición a las emisiones); "draw downs" será considerado lo contrario y, por ende, un crédito para el recuento de fugas.

Finalmente, en ausencia de datos históricos sobre la tasa de fugas previos a la instalación de los sistemas infrarrojos (IR), se recomienda adoptar un enfoque conservador. Este consistiría en establecer una línea base que combine la tasa de emisión del año inmediatamente anterior a la instalación de los IR, con las tasas registradas durante los dos años posteriores a la implementación de la tecnología infrarroja, aplicando la fórmula 12:

$$BLBy = \left[ \frac{Lx}{Cx} + \frac{Lx+1}{Cx+1} + \frac{Lx+2}{Cx+2} \right] / 3 \quad (12)$$

### Límite de referencia alternativo

Este límite de referencia alternativo se tiene en cuenta como medida adicional, en la que es necesario calcular un límite de referencia alternativo usando la información de la tasa de fuga proveniente de una agencia confiable y que sea aprobada bajo "Condiciones de elegibilidad aplicables". Este límite de referencia alternativo se considera como una medida adicional, donde resulta necesario calcular un valor utilizando información sobre tasas de fuga proveniente de una agencia confiable y aprobada bajo las "condiciones de elegibilidad aplicables". En los Estados Unidos, esta función la cumple la EPA a través del programa Green Chill, el cual reporta anualmente las tasas de fuga generadas.

La EPA establecerá esta tasa de fuga EPA BLRy así:

1. Estimando la participación de sus miembros en las emisiones totales de la industria, teniendo en cuenta los miembros de Green Chill dividiendo el número total de tiendas por la estimación de la EPA del número total de tiendas de la industria.
2. Si la participación del sector de los miembros de Green Chill es inferior al 50%, la tasa de fugas BLRy de la EPA será la más alta entre el promedio de sus miembros.
3. Si la participación del sector de los miembros de Green Chill es inferior al 50%, la tasa de fugas BLRy de la EPA será la más alta de entre el promedio de sus miembros. La capacidad de la industria de un supermercado se calculará

como el número de sus tiendas dividido por el número total de tiendas de la industria.

Teniendo en cuenta lo antes mencionado EPA BLRy se encuentra dado por:

» Si la suma de todos los miembros del GC para ICi < 50%, entonces:

Si el programa EPA Green Chill tiene miembros cuya participación total en la capacidad de la industria aún no ha alcanzado el 50% de esta, luego:

$$EPA BLRy = \text{mínimo } L_i = L_i / C_i, 25\%$$

Donde el supermercado i tiene la tasa de fuga más alta de los miembros del GC y, por lo tanto:

Sumi = 0 a través de i (ICi) es el más alto para el grupo y

Sumi = 0 a través de i (ICi) < 50% y

$$ICi = \frac{SI}{EPA ST}$$

Y el 25% es el promedio establecido por la EPA para las tasas de fugas en los supermercados.

» Si la suma de todos los miembros del GC para ICi > 50%, entonces:

Si el programa EPA Green Chill tiene miembros cuya participación total en la capacidad de la industria ha alcanzado ahora más del 50 % de la industria, entonces:

$$\text{EPA BLRy} = \text{mínimo LRi} = \frac{\text{Li}}{\text{Ci}}, 25\%$$

Donde el supermercado i,  $\text{Sumi} = 0$  a  $i$  ( $\text{ICi}-1 < 50\%$ ) y;  $\text{Sumi} = 0$  a  $i$  ( $\text{ICi} > 50\%$ ) y;  $\text{ICi} = \frac{\text{Si}}{\text{(EPA ST)}}$ .

Y el 25 % es la tasa de fuga promedio declarada por la EPA para el sector de los supermercados.

Donde

**EPA BLRy** tasa de fuga de referencia para HFC y HCFC para la empresa miembro de Green Chill estimada en la tasa de fuga de rendimiento del percentil 50 para la industria en el año x (%).

**LRi** tasa de fuga promedio informada a la EPA Green Chill por el supermercado i (a través de su HFC y HCFC refrigerantes) en el año x (%) cuyo rendimiento se encuentra en este percentil 50.

**Li** total de fugas de refrigerantes HFC y HCFC en el año x (lb) del supermercado i según lo informado a la EPA.

### Selección de línea de base final

Si la línea base histórica del proyecto (BLRy) es mayor que el límite de la línea base alternativa, (EPA BLRy,) el límite de la línea de base alternativa será la línea de base. Este enfoque se incluye para asegurarse que una cadena de supermercados cuya tasa de emisiones histórica fuera grande y no otorga créditos por reducciones desde una línea base que, aunque históricamente concuerda, podría considerarse aumentada. El uso de EPA BLRy también asegura la selección de una línea base que reflejará cualquier mejora gradual en las eficiencias de las tasas de fugas para las empresas miembro de Green Chill y, por lo tanto, para la industria.

Por consiguiente, si  $\text{BLRy} > \text{EPA BLRy}$  la línea base alternativa seleccionada será (EPA BLRy), entonces el BLRy final será el menor de estas opciones, esta información viene dada por:

$$\text{BLRy final} = @ \min (\text{BLRy}, \text{EPA BLRy})$$

Donde

**BLRy final** tasa de fuga de referencia que se adoptará para el proyecto para su uso en el año (y) (%).

### Emisiones del proyecto

Para realizar el cálculo de las emisiones del proyecto es necesario utilizar la tasa de fuga promedio que surja del total de HFC emitidas durante el año (y), año en que se solicitan los créditos, ya sean emitidos durante las operaciones, reparación o mantenimiento del equipo dentro de los límites del proyecto. Se calculan teniendo en cuenta

### Green Chill

**Ci** carga total de refrigerantes HFC y HCFC en el año x (lb) informada por el supermercado i a EPA Green Chill.

**ICi** participación de la capacidad industrial representada por el supermercado i en el año (x); Si = número de tiendas operadas por supermercado i.

**EPA ST** número total de supermercados en Estados Unidos, según lo determinado por el Programa Green Chill de la EPA.

Es importante mencionar que si los datos de EPA BLRy no existen para el año (x) para un proyecto que busca validación, porque el año (x) precede a 2007, entonces los datos disponibles del primer año del programa Green Chill de la EPA se utilizarán como línea de base del límite conservador. Se determina que la tasa de fuga del percentil 50 de la EPA es del 25 % para 2007. Así mismo, si los datos BLRy de la EPA no están disponibles en un año determinado, se utilizarán las estimaciones del año anterior. Si el programa EPA Green Chill deja de existir o no puede proporcionar más datos, entonces la línea de base alternativa no será considerada como parte de esta metodología.

**BLRy** tasa de fuga de referencia para el supermercado que presenta el proyecto, que surge de las tiendas que tienen sistemas de infrarrojo instalados por año y que tienen HFC en uso por año (y) (%).

**EPA BLRy** tasa de fuga de referencia para HFC y HCFC para la empresa miembro de Green Chill estimada en la tasa de fuga de rendimiento del percentil 50 para la industria en el año x (%).

Las reducciones de emisiones del proyecto se calcularán comparando la tasa de fuga de referencia final con la tasa de fuga del año posterior para obtener el total de libras de refrigerante evitado en el año (y). Es importante mencionar que la composición de los refrigerantes utilizados por año (y) puede haber cambiado desde el año (x); entonces, al potencial de calentamiento global promedio de los gases liberados en el año (y) se les aplicarán las libras reducidas en el año y desde la reducción del calentamiento global se reflejará el uso reducido de las combinaciones de gas utilizadas durante ese año (y) en particular.

la ecuación (13):

$$\text{PLRy} = \left[ \frac{\text{Ly}}{\text{Cy}} \right] \quad (13)$$

Donde

**PLR<sub>y</sub>** tasa de fuga del proyecto de equipo que tiene sistemas de HFC e IR instalados por año (y).

(%) **L<sub>y</sub>** fugas totales de refrigerantes HFC en el año y (lb) de este mismo conjunto de equipos, este incluye ajustes para recargas y reducciones de HCF.

## Fugas

No es probable que se generen fugas en el proyecto, por lo tanto, no es necesario que sean contempladas debido a que

» Cualquier ahorro de refrigerante logrado en la ubicación del supermercado debido a menores tasas de fuga resultan en compras más pequeñas de refrigerante. Por lo tanto, cualquier fuga aguas arriba durante la fabricación o transporte del refrigerante también se ahorrarán constituyendo una fuga positiva.

**C<sub>y</sub>** carga total en el año y para refrigerantes HFC (lb) dentro de este mismo conjunto de equipos.

Como se mencionó, las reducciones de emisiones del proyecto se calcularán comparando la tasa de fuga de referencia final con la tasa de fuga del año (y) del proyecto para obtener el total de libras de refrigerante evitado en el año (y).

» Cualquier cambio de "recarga" o "reducción" en el uso de refrigerante durante los períodos relevantes es ya capturado bajo **L<sub>y</sub>** y **L<sub>x</sub>**.

» Los sistemas IR no controlan, influyen o impactan la liberación de refrigerantes como el equipo está fuera de servicio.

» Por último, la metodología no se aplica a equipos de infrarrojos usados procedentes de fuera del límite del proyecto.

## Reducción de emisiones

La reducción de emisiones se calcula de la siguiente forma, véase la ecuación (14):

$$\text{LRR}_y = \text{Final BLR}_y - \text{PLR}_y \quad (14)$$

Donde

**LRR<sub>y</sub>** reducción de la tasa de fuga del proyecto en el año (y) (%).

**PLR<sub>y</sub>** tasa de fuga del proyecto de equipo que tiene sistemas de HFC e IR instalados por año (y).

(%) **BLR<sub>y</sub>** final tasa de fuga de línea base final.

Así mismo, se deberá tener en cuenta la ecuación (15):

$$\text{ER}_y = \text{LRR}_y * \text{C}_y * \text{GWPHFC}_{-y} \quad (15)$$

Donde

**ER<sub>y</sub>** reducción de emisiones en el año (y) (tCO<sub>2</sub>e / año).

**LRR<sub>y</sub>** reducción de la tasa de fuga para el proyecto en el año (y) (%).

**C<sub>y</sub>** carga total de refrigerantes HFC en el año y (lb) dentro de este mismo conjunto de equipos

**GWPHFC<sub>y</sub>** promedio ponderado del potencial de

calentamiento global de los HFC instalados/utilizados en el año (y) (tCO<sub>2</sub>e / lbHFC)

Por último, **GWPHFC<sub>-y</sub>** se calcula teniendo en cuenta la ecuación (16):

$$\text{GWPHFC}_{-y} = \text{sum over all HFC types T} \\ \left[ \frac{\text{LHFC-T}_{-y} * \text{GWPHFC-T}_{-y}}{\text{sum (over T) LHFC}} \right] \quad (16)$$

Donde

**LHFC-T<sub>-y</sub>** total de fugas de refrigerante HFC tipo T en el año y (lb) de este mismo conjunto de equipos.

**GWPHFC-T<sub>-y</sub>** potencial de calentamiento global promedio ponderado del tipo T de HFC instalado/utilizado en el año (y) (tCO<sub>2</sub>e / lbHFC).

Teniendo en cuenta lo anterior se debe considerar la fórmula (17):

$$\text{GWPHFC}_{-(-y)} = [\sum \text{fugas HFC\#1(Lbs)} * \text{GWP\#1} + \sum \text{fugas de HFC\#2 * GWP\#2} + \text{ETC} + \sum \text{fugas de HFC\#m (lbs)} * \text{GWP\#m}] \quad (17)$$

La fórmula (17) dividido por

Fugas totales de HFC (lbs) (entre el n.º 1 y el m) de sistemas con IR instalados por un año (y)

las mediciones deben realizarse con medición calibrada de los equipos de acuerdo con los estándares relevantes de la industria.

## Metodología de monitoreo

1. Durante el proceso de monitoreo todos los datos recopilados como parte del seguimiento deben archivarse electrónicamente y conservarse al menos durante 2 años después del final del último periodo de acreditación. Todas

2. Para el sistema de seguimiento y verificación/validación se deberán tener en cuenta los datos de gestión de fugas, los cuales se extraerán de los registros de cumplimiento de las empresas para las SAO bajo el Protocolo de Montreal; la revisión de los cálculos adicionales realizados para establecer tasas de fuga anuales acumuladas para sistemas y promedios relevantes que normalmente se realiza por separado de los registros de cumplimiento, incluyendo la revisión de facturas estacionales o los registros de datos para cambios de "recarga" "reducción" en los refrigerantes de sistemas; la comparación de las tasas de fuga de referencia histórica de una empresa (BLRy) con línea base de límite conservador de la EPA Green Chill (EPA BLRy) y, por último, la revisión de los cálculos del GWP promedio ponderado en función del volumen de refrigerantes utilizados por el supermercado en el año de acreditación.

### Enfoque financiero

Hace referencia a los costos de instalación, mantenimiento, calibración y todos los asociados a la detección temprana de fugas, ya que al instalar un equipo de infrarrojo que mida las perdidas o fugas de un refrigerante se pueden presentar beneficios económicos para los supermercados por ahorros en la reducción de fugas que se traduce en la mejora de la eficiencia de los equipos. Por lo anterior, es ideal tener en consideración los costos de los equipos, los costos de mantenimiento y los costos del capital humano que permitan obtener una interpretación idónea de los resultados y de las mediciones que se realizan periódicamente. Se resalta que la identificación de fugas representa que el sistema de refrigeración está perdiendo eficiencia y el material

3. Las acciones de verificación se centrarían en asegurar que los datos de carga y fuga sean coherentes con el registro de las empresas garantizando unidades de medida; evaluando si se utilizan procedimientos de recarga/reducción para variaciones estacionales; revisando los cálculos de las tasas de fuga anuales acumuladas para los sistemas relevantes y los cálculos para la línea base histórica de la tasa de fuga y las tasas de fuga del año actual en todos los sistemas relevantes para garantizar que cumplen con las especificaciones de la metodología; comparando la tasa de fuga histórica con el límite de referencia alternativo de la EPA, y estimando el promedio de GWP de los refrigerantes utilizados en cada año.

## METODOLOGÍA AMS-II.B MEJORAS EN LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL LADO DE LA OFERTA-GENERACIÓN

### Línea base

Esta metodología establece la línea de base energética como las pérdidas técnicas de energía dentro del límite del proyecto. Para medidas de modernización, la línea de base energética se calcula mediante el rendimiento supervisado de la unidad generadora. En el caso de nuevas instalaciones, la línea de base energética se determina utilizando un

estándar para el equipo que de otro modo se habría instalado. Así las cosas, la línea de base de emisiones es la línea de base de energía multiplicada por un coeficiente de emisión para el combustible utilizado por la unidad generadora, donde se utilizan los valores por defecto del IPCC para los coeficientes de emisión.

### Fugas

Las fugas se consideran si la tecnología de eficiencia energética son equipos transferidos de otra actividad o si el equipo existente se transfiere a otra actividad.

### Monitoreo

Las actividades relacionadas con el monitoreo de esta metodología giran en torno del ahorro de energía, el cual será medido tras la aplicación de las medidas de eficiencia, por calcular el contenido energético del combustible utilizado por la unidad generadora y el contenido energético del electricidad o vapor producido por la unidad. Por lo tanto, es necesario medir tanto el consumo de combustible como la generación de energía.

Adicionalmente, se debe tener en cuenta el coeficiente de emisión estándar para el combustible utilizado por la unidad generadora. IPCC se pueden utilizar valores por defecto para los coeficientes de emisión. En el caso del carbón, el coeficiente de emisión se basará en los resultados de las pruebas para muestras de carbón compradas si dichas pruebas son parte de la práctica para la compra de carbón.

## Enfoque financiero

Para esta metodología es necesario contemplar los combustibles usados durante la generación, realizando un proceso de transición energética para los procesos que abarquen la implementación de esta metodología; esto incluye el cambio de combustibles fósiles por el uso de energías más limpias y de origen renovable que reduzca los inconvenientes de la utilización de combustibles fósiles que incluyen costos de extracción, distribución y uso. Las fugas se derivan en costos, ya que al no ser contempladas en su totalidad o en su defecto al no tener el seguimiento correspondiente, pueden ocasionar pérdidas financieras por la no mejora en la eficiencia de los procesos de generación energética. Asimismo, deben contemplarse los costos de

implementación como son los cambios en los equipos escogidos para el proceso de transición y mejora de la eficiencia energética durante el proceso de planeación financiera del proyecto a desarrollar.

Por último, y durante el proceso de planeación financiera, es necesario contemplar los costos que abarca uno o los profesionales que sean requeridos para realizar las mediciones, interpretaciones, análisis y uso adecuado de la información que se requiera para planear, implementar y concretizar los resultados del proyecto durante un proceso de validación o verificación.

## METODOLOGÍA AMS-II.E EFICIENCIA ENERGÉTICA Y MEDIDAS DE CAMBIO DE COMBUSTIBLE PARA LOS EDIFICIOS

### Línea base

Para esta metodología la línea base energética consiste en el uso de energía del equipo existente que se reemplaza con medidas de modernización de una nueva instalación.

Para el cálculo de la línea base, se debe tener en cuenta que cada forma de energía en la línea base de emisión es multiplicada por un coeficiente de emisión que debe ser considerado. Para electricidad desplazada, el coeficiente de emisión se calcula bajo la "Herramienta07: Herramienta para calcular el factor de emisión de un sistema eléctrico".

Por otro lado, para actividades de proyecto que aplican una línea de base que estandariza el CO<sub>2</sub> específico, las reducciones se determinan por separado para edificios nuevos y para edificios existentes, tal como se muestra en la ecuación (18):

$$ER_y = BE_y - PE_y \quad (18)$$

Donde

ER<sub>y</sub>      reducciones de emisiones en el año y (tCO<sub>2</sub>e).

BE<sub>y</sub>      emisiones de referencia en el año y (tCO<sub>2</sub>e).

PE<sub>y</sub>      emisiones del proyecto en el año y (tCO<sub>2</sub>e).

En este sentido BE<sub>y</sub> representa la energía que habrían consumido los edificios de la misma categoría i ubicados en el mismo ámbito geográfico en ausencia del proyecto, según lo establecido en la ecuación (19):

$$BE_y = \sum_i \sum_j (SE_{CO2,Top\ 20\%,i} * GF\ A_{j,i,y}) \quad (19)$$

Donde      i      j

SE<sub>CO2,Top 20%,i</sub>      emisiones medias específicas de CO<sub>2</sub> del 20% con mejor desempeño, unidades de construcción en la categoría de unidades de construcción i incluidas en la muestra durante período de cobertura de datos aplicable (tCO<sub>2</sub> / (m<sup>2</sup> año)).

GF A<sub>j,i,y</sub>      superficie bruta de la unidad de construcción del proyecto j en la categoría de unidad de construcción i en año y (m<sup>2</sup>).

j      unidades de construcción incluidas en la actividad del proyecto.

i      categorías de unidades de construcción.

Por otro lado, PE<sub>y</sub> representa las emisiones asociadas al consumo de energía por parte del proyecto edificios en el escenario del proyecto, por lo tanto, se determina según lo establecido en la ecuación (20):

$$PE_y = \sum_i \sum_j \left( \frac{EC_{j,i,y} * EF_{elec,y}}{1 - TDL_y} \right) + (FC_{k,j,i,y} * NCV_k * EF_{CO2,k}) \quad (20)$$

Donde      i      j

FC<sub>k,j,i,y</sub>      combustible fósil tipo k consumido por la unidad de construcción del proyecto j en la unidad de construcción categoría i en el año y (unidades de masa o volumen).

NCV<sub>k</sub>      poder calorífico neto del combustible fósil tipo k (GJ/unidades de masa o volumen).

EF<sub>CO2,k</sub>      factor de emisión de CO<sub>2</sub> del tipo de combustible fósil k (tCO<sub>2</sub>/GJ).

EC<sub>j,i,y</sub>      electricidad consumida por la unidad de construcción del proyecto j en la categoría de unidad de construcción i en el año y (MWh).

EF<sub>elec,y</sub>      factor de emisión de la red eléctrica que suministra electricidad al proyecto unidad de construcción j en la categoría de unidad de construcción i (tCO<sub>2</sub>/MWh).

TDL<sub>y</sub>      pérdidas técnicas medias de transmisión y distribución para proporcionar electricidad a la red a la que el proyecto construye la unidad j en la unidad de construcción la categoría i está conectada.

Se debe resaltar que los parámetros  $EC_j, i, y, FCK, j, i, y$  y  $GF_Aj, i$  se pueden determinar mediante muestreo, con 90/10 niveles de confianza/precisión de acuerdo con la última

versión de la norma "Muestreo y encuestas para actividades de proyectos MDL y programa de actividades".

## Fugas

Durante el desarrollo de esta metodología las fugas se consideran si la tecnología de eficiencia energética son

equipos transferidos de otra actividad o si el equipo existente se transfiere a otra actividad.

## Monitoreo

Para llevar a cabo las actividades de monitoreo se debe tener en cuenta la importancia de documentar las especificaciones del equipo reemplazado, calculando el ahorro energético debido a las medidas instaladas. En caso de una nueva instalación, el seguimiento debe contemplar la medición de energía en los edificios y el cálculo del

ahorro de energía en los edificios nuevos. Para actividades de proyectos que aplican una línea de base que estandariza el CO<sub>2</sub> específico, estas se basan en las emisiones TOOL31 en las que se requiere de los parámetros  $GF_Aj, i, y, EC_j, i, y$ ,  $EF_{elec,y}$ ,  $TDL_y$ ,  $FCK_{j,j,y}$ ,  $NCV_k$ ,  $EF_{CO2,k}$  enumerados en las tablas de la metodología.

## Enfoque financiero

Para este tipo de metodología es necesario contar con combustibles que permitan reducir las emisiones generadas en los edificios y que contribuyan a la reducción de costes y en construcción, mantenimiento y operación de este, para este tipo de metodología y en caso de que la actividad implique cambio de combustibles fósiles debe contemplarse las fugas durante el todo el proceso partiendo desde la extracción, distribución hasta la regasificación.

Por otro lado, es fundamental considerar el tipo de equipo que se utilizará para el reemplazo, asegurando que cumpla con los parámetros establecidos en la metodología para la detección y el control de fugas, según corresponda. Durante

este proceso, se deben incluir actividades de seguimiento tanto para los equipos en uso como para los desechados. Hasta que esta actividad no se haya completado, los equipos fuera de funcionamiento no podrán darse por finalizados en su ciclo de vida útil. Esto se debe a que la metodología establece límites que abarcan desde la manufactura y el servicio hasta su disposición final. Asimismo, recomienda contar con el apoyo técnico que tenga la preparación profesional y la experiencia necesaria para realizar la medición, interpretación, calibración, análisis y uso adecuado de la información que se requiera para implementar, mantener y reportar los resultados el proyecto.

## METODOLOGÍA AMS-II.Q PROYECTOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA O SUMINISTRO ENERGÉTICO EN EDIFICIOS COMERCIALES

### Línea base

Para las construcciones con modificaciones, el escenario de emisiones de referencia debe considerar la energía consumida durante un periodo de un año calculado, utilizando un modelo de edificio completamente calibrado de la línea base del sujeto edificio(s), en el que la configuración del edificio B del modelo para el escenario de referencia debe coincidir con las características originales del edificio antes de la remodelación. Las actividades asociadas con la actividad del proyecto requieren el cumplimiento de una normativa energética "código de rendimiento o norma(s) del equipo", el escenario de emisiones de referencia se basará en requisitos mínimos

de energía en el código de construcción o estándares de rendimiento del equipo para el (los) tipo(s) de edificio en cuestión o clasificación(es) en la misma zona climática. Se resalta que el modelo de la línea base y los ajustes de T deben coincidir con los del modelo calibrado del edificio(s) de actividades del proyecto.

Por otro lado, para las construcciones nuevas, el escenario de emisiones de referencia se basa en la energía consumida durante un periodo de un año calculado, utilizando un modelo calibrado de un edificio de referencia, generado por una herramienta de simulación de todo el edificio, donde el modelo de línea base de referencia se configurará como

un edificio en el sitio del proyecto que coincida con el tipo de edificio del proyecto y tamaño, con una relación ventana-pared y orientación de fachada frontal en el sitio. Adicionalmente, el clima del modelo de línea base y la configuración de arrendamiento T deben coincidir con los del modelo calibrado del edificio(s) de la actividad del proyecto; por otro lado, si los consumos de energía de referencia calculados, utilizando la herramienta de simulación computarizada de todo el edificio, son más bajos que los asociados con los requisitos mínimos de energía en el código de construcción para el edificio en cuestión

### Reducciones de emisiones

Para realizar el cálculo de la reducción de emisiones se desarrolla un modelo de construcción calibrado de los edificios del proyecto en cuestión para igualar el consumo energético real del edificio del proyecto; se estima la línea base consumo de energía del edificio y se determinan los ahorros de energía eléctrica y térmica entre el proyecto y los edificios de referencia que luego se multiplican por factores de emisión.

Para proyectos de remodelación y nueva construcción, el modelo de construcción calibrado es establecido después del final del primer año de operación del proyecto (edificio) y cuando 12 meses después los datos de uso

de energía bajo las operaciones esperadas ("completas") están disponibles para el edificio del proyecto. En este caso, el modelo se establece y calibra utilizando: las características del edificio del proyecto según lo construido; el clima; características operativas del edificio; estrategias y configuraciones de control del edificio; ocupación experimentada durante el mismo periodo de 12 meses para el cual los datos de uso de energía están por debajo de lo esperado y las operaciones (completas) están disponibles; y, por último, energía anual real utilizada en el edificio durante el primer año de operación del edificio del proyecto. El modelo de construcción del proyecto se calibra utilizando datos energéticos reales.

Teniendo en cuenta lo antes mencionado, el proceso de modelado se realiza así:

Primero, se recopilan datos como propiedades de la base física del edificio; propiedades térmicas; especificación del sistema de acondicionamiento del espacio, incluido su funcionamiento; sistemas de control; información sobre las configuraciones T relacionadas con el arrendamiento que pueden contemplar, cargas internas, operaciones de edificación y el clima real, datos y consumo de energía en los primeros 12 meses de funcionamiento.

Seguidamente se debe contemplar la calibración del modelo, para lo cual se desarrolla un archivo de entrada de simulación para el edificio del proyecto basado en datos de entrada del primer paso; por otro lado, los resultados de la simulación por computadora para el edificio del proyecto se comparan con el consumo de energía durante el mismo periodo de 12 meses para el cual los datos de uso de energía están disponibles y todo el modelo de construcción está calibrado siguiendo la ruta de "Simulación calibrada de todo el edificio".

tipo(s) o clasificación(es) en la misma zona climática, los resultados de la simulación se utilizarán como base.

Existe una excepción en el tratamiento del modelo de simulación de edificios. Cuando se trata de un contrato de arrendamiento especial dentro de la actividad del proyecto MDL, cualquier configuración de T identificada previamente e incluida en un acuerdo de arrendamiento legalmente vinculante se considerará parte de la configuración de la actividad del proyecto MDL para el modelo.

En tercer lugar, se realiza una simulación por computadora y ahorro de energía en la que una vez completada la calibración del modelo del proyecto en el anterior párrafo, el modelo calibrado es representativo del edificio(s) del proyecto; en este sentido, el modelo calibrado se modifica para representar los edificios de referencia, por último, los modelos calibrados del edificio del proyecto y el edificio de referencia se completan para cada año del periodo de acreditación utilizando el clima, las características operativas del edificio, estrategias de control, entornos de ocupación de edificios denominados "T" ajustes; lo anterior para cada año del periodo de acreditación.

Finalmente, la documentación es parte fundamental del proceso; para lo cual, la siguiente información se suministra de forma anual:

» Versión de *software* que incluye en el informe el nombre y el número de versión de todo el edificio *software* de simulación utilizado, incluida la certificación o evidencia de la mejor validación.

» Archivos de entrada de los pasos 1 y 3 para definir el proyecto y los modelos de construcción de referencia, *ex ante* y *ex post*, que deben incluir propiedades físicas de la edificación, características del espacio, tales como sistema de acondicionamiento, carga inicial y supuestos operativos, año típico archivo meteorológico, horarios de ocupación, configuraciones de control de iluminación y HVAC y horarios de iluminación.

» Asimismo, debe abarcarse información relacionada con los procesos de calibración que también deben incluir simulación inicial, resultados para la construcción de la línea de base y precisión con la que coinciden los resultados de la simulación los datos de energía de calibración.

» Propiedades físicas de la línea base y los edificios del proyecto, incluyendo envolvente del edificio y propiedades térmicas.

» Especificación del sistema de acondicionamiento del espacio del proyecto y de los edificios de referencia; así como las especificaciones de los sistemas de control y la configuración de control del proyecto y la línea base de edificios.

» Información sobre los entornos T relacionados con la tenencia de los edificios de proyecto y de la línea base real.

» Archivos meteorológicos para la ubicación del proyecto con datos horarios de temperatura, humedad, viento dirección y velocidad, radiación solar total y difusa.

» Cualquier otra información relevante, incluidos los acuerdos especiales de arrendamiento de arrendamiento, si aplica.

» Nombre y calificaciones de las personas involucradas en los análisis de simulación por computadora y calibración.

Las emisiones evitadas se calculan de la siguiente manera, véase la fórmula (21):

$$ER_y = ER_{elec,y} + ER_{th,y} - PE_{ref,y} \quad (21)$$

Donde

ER<sub>y</sub> reducciones de emisiones en el año (y), tCO<sub>2</sub>.

ER<sub>elec, y</sub> reducciones de emisiones por ahorro de electricidad en el año (y), tCO<sub>2</sub>.

ER<sub>th, y</sub> reducciones de emisiones por ahorro de energía térmica en el año (y), tCO<sub>2</sub>.

PE<sub>ref, y</sub> cuando corresponda, proyecte las emisiones de fugas físicas de refrigerante, con un GWP mayor que cero de equipo de enfriamiento nuevo en el año (y) determinado de conformidad con la disposición pertinente de AMS-II.K. (tCO<sub>2e</sub> / año).

El cálculo de las reducciones de emisiones de la electricidad es el siguiente, véase la fórmula 22:

$$ER_{elec,y} = \sum_i ES_{elec,y,i} * EF_{elec,y} * (1 + TD_y) \quad (22)$$

Donde

ER<sub>elec, y</sub> reducciones de emisiones por ahorro de electricidad en el año (y), tCO<sub>2</sub>.

i mostrador de edificio (por ejemplo, edificio 1, edificio 2, edificio 3, etc.).

y año del periodo de acreditación.

ESelec, y, i diferencia en el consumo de electricidad entre los edificios de referencia y el proyecto edificio (s) como lo indican los modelos informáticos calibrados en el año y para el edificio i, MWh. Se determina anualmente.

EFelec, y factor de emisión de electricidad para el año y según los procedimientos de AMS-I.D tCO<sub>2</sub>/MWh.

TDy pérdidas técnicas anuales medias de la red (transmisión y distribución) durante el año y para la red que sirve a las residencias del proyecto, expresada como una fracción. Este valor no debe incluir pérdidas no técnicas como pérdidas comerciales (por ejemplo, hurto/hurto).

Las pérdidas técnicas anuales medias de la red se determinarán utilizando datos recientes y precisos y datos fiables disponibles para el país anfitrión. Este valor se puede determinar a partir de datos recientes publicados por una empresa de servicios públicos nacional o un organismo gubernamental oficial. La fiabilidad de los datos utilizados deberá ser establecida y documentada por el participante del proyecto. Se utilizará un valor predeterminado de 0,1 para el promedio anual de pérdidas técnicas de la red, si no

se dispone de datos recientes o si no se pueden considerar los datos de forma tan precisa y confiable. En el caso de que la electricidad no sea de red, TDy = 0.

El cálculo de las reducciones de emisiones de energía térmica se calcula así, véase la fórmula (23):

$$ER_{th,y} = \sum_i \sum_j ES_{th,y,i,j} * EF_{FF,j} \quad (23)$$

Donde

ER<sub>th, y</sub> reducciones de emisiones por ahorro de energía térmica en el año y tCO<sub>2</sub>.

i mostrador de edificio (por ejemplo, edificio 1, edificio 2, edificio 3, etc.).

j tipo de combustible fósil.

y año del período de acreditación.

ESth, y, i, j diferencia en el consumo de combustibles fósiles entre los edificios de referencia y el proyecto edificio (s) como lo indican los modelos informáticos calibrados en el año y para el edificio i, TJ. Se determinará anualmente. En caso de cambio de combustible, se tomará combustible de referencia/proyecto y sus correspondientes factores de emisión de CO<sub>2</sub>.

EFFF,j Factor de emisión de CO<sub>2</sub> del combustible fósil que se habría utilizado en la línea base planta, (tCO<sub>2</sub>/TJ), obtenido de datos locales o nacionales confiables, si están disponibles, de lo contrario, se utilizan los factores de

emisión predeterminados del IPCC. En el caso del interruptor de combustible, los tipos de combustible de línea base

proyecto y sus correspondientes factores de emisión de CO<sub>2</sub> serán tenidos en cuenta.

## Fugas

Para el desarrollo de este tipo de proyecto no son contempladas las fugas, por lo tanto, no se realiza procedimiento para el cálculo de estas.

## Monitoreo

Durante el proceso de monitoreo, los documentos de calibración son fundamentales para garantizar la precisión en la reconfiguración de la línea de base y los modelos del proyecto por parte de modeladores calificados. Para esto, se requieren datos de referencia sobre la construcción, las fuentes reales de datos utilizadas, la intensidad de uso de energía del edificio de referencia y el análisis documentado del proceso. Además, deben considerarse los parámetros establecidos en el párrafo 21, paso 4 (b) y paso 4 (c) de la metodología AMS-II.Q..

Durante el periodo de acreditación, el seguimiento deberá incluir los datos meteorológicos, normalmente obtenidos de fuentes de terceros (frecuencia: mensual); el factor

de emisión de electricidad (si aplica), de acuerdo con AMS-I.D; el consumo de energía (eléctrica o térmica, según corresponda al proyecto actividad) del edificio del proyecto al menos una vez al mes; los cambios sustantivos en la configuración del edificio B de tal manera que una recalibración de los modelos se requiere (frecuencia: anual) y, por último, la ocupación sustantiva o cambios en el entorno T relacionados con el arrendamiento, incluida la iluminación y programas de HVAC y configuraciones de control de manera que se realice una recalibración de los modelos requerido.

## Enfoque financiero

El enfoque financiero de este tipo de metodología debe girar en torno a la calibración de los equipos, ya que al no contar con esta la incertidumbre de la medición no permitirá conocer con facilidad si los datos recolectados son o no coherentes con el tipo de proyecto que se pretende o está implementando; en consecuencia, las mediciones no serán tan cercanas a la realidad y los cálculos de eficiencia obtenidos no serán óptimos.

Por otro lado, es fundamental contar con un software confiable que permita mantener la información del proyecto actualizada y que sea de fácil alcance y manejo tanto para

los desarrolladores del proyecto como para la persona encargada de validar la información registrada en este. Asimismo, se resalta la necesidad de contar con información meteorológica como datos de temperatura, humedad, dirección y velocidad del viento, entre otras, las cuales deben ser consultadas en la Entidad correspondiente y que dependiendo del grado de detalle de la información variarán sus costos. Para lo anterior se menciona la necesidad de capital humano que tengan la preparación profesional para realizar la medición, interpretación, calibración, análisis y uso adecuado de la información que se requiera para implementar el proyecto.



**Publicado por:**

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ)  
GmbH

**Programa Proklima**

Domicilios de la Sociedad  
Bonn y Eschborn, Alemania

Dag-Hammarskjöld Weg 1-5  
65760 Eschborn, Alemania  
T +49 61 96 79 - 1022  
F +49 61 96 79 - 80 1022

E [proklima@giz.de](mailto:proklima@giz.de)  
[www.giz.de/proklima](http://www.giz.de/proklima)

**Unidad Técnica Ozono**

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible  
Carrera 13 No. 37 - 38 Bogotá D.C., Colombia  
T +57 1 3323400 ext 2401, 1241  
[www.minambiente.gov.co](http://www.minambiente.gov.co)