

## **Metodología M/EE-EG001**

Implementación de proyectos de reducción de emisiones de GEI mediante el uso de energía renovable para la generación de energía eléctrica



# Metodología M/EE-EG001 Implementación de proyectos de reducción de emisiones de GEI mediante el uso de energía renovable para la generación de energía eléctrica

**Versión 2.2**

## Contenido

Índice de tablas .....	4
Siglas y acrónimos .....	5
Términos y definiciones .....	6
Resumen .....	7
<b>1 Introducción.....</b>	<b>8</b>
<b>2 Principios .....</b>	<b>9</b>
<b>3 Objeto y campo de aplicación .....</b>	<b>9</b>
3.1 Alcance .....	9
3.2 Cumplimiento técnico y del marco normativo del programa .....	10
3.3 Cumplimiento con reglamentación y disposiciones legales aplicables .....	11
<b>4 Elegibilidad y requisitos de inclusión .....</b>	<b>11</b>
4.1 Condiciones de aplicabilidad para PMCC que incorporan BESS .....	13
4.2 Condiciones de aplicabilidad para PMCC hidroeléctricos .....	13
4.3 Titularidad .....	14
4.4 Objetivo general del PMCC .....	14
<b>5 Adicionalidad .....</b>	<b>15</b>
<b>6 Delimitación del PMCC .....</b>	<b>15</b>
6.1 Límites espaciales.....	15
6.2 Límites temporales.....	15
<b>7 Escenario de línea base.....</b>	<b>16</b>
7.1 Fuentes de emisión de GEI en el escenario de línea base .....	16
7.2 Cálculos de emisiones de GEI del escenario de línea base .....	16
7.2.1 Cálculo de la generación neta de energía eléctrica .....	17
7.2.2 Cálculo del factor de emisión del sistema eléctrico relevante .....	21
<b>8 Escenario de proyecto .....</b>	<b>22</b>
8.1 Fuentes de emisión de GEI en el escenario de proyecto .....	22
8.2 Cálculo de emisiones de GEI en el escenario de proyecto .....	22
8.2.1 Emisiones por consumo de combustibles fósiles .....	24
8.2.2 Emisiones por la operación de plantas geotérmicas .....	24
8.2.3 Emisiones de embalses de plantas hidroeléctricas.....	26
8.2.4 Emisiones por carga de BESS con energía eléctrica de un SIN, una ZIN o de una unidad específica de generación de energía eléctrica a partir de combustible fósil .....	28
8.2.5 Emisiones de GEI por gases no condensables en otros sistemas de generación eléctrica, subproducto de tecnologías de generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, no descritas específicamente en esta metodología .....	28
8.3 Fugas .....	28
<b>9 Reducción de emisiones de GEI .....</b>	<b>28</b>
<b>10 Proyectos agrupados .....</b>	<b>28</b>
<b>11 Incertidumbre .....</b>	<b>29</b>
<b>12 Contribuciones a los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas .....</b>	<b>29</b>
<b>13 Salvaguardas .....</b>	<b>30</b>
<b>14 Monitoreo del PMCC .....</b>	<b>30</b>
14.1 Descripción del plan de monitoreo.....	30
14.2 Datos o parámetros controlados .....	31

14.3 Monitoreo de aportes a los Objetivos de Desarrollo Sostenible.....	40
<b>15 Participación efectiva .....</b>	<b>40</b>
<b>16 Consulta a las partes interesadas .....</b>	<b>41</b>
<b>17 Gestión de la información .....</b>	<b>41</b>
<b>18 Documentación del PMCC.....</b>	<b>42</b>
<b>19 Régimen de transición del uso de otras versiones de la metodología .....</b>	<b>42</b>
<b>20 Validación y verificación del PMCC.....</b>	<b>43</b>
<b>21 Referencias .....</b>	<b>44</b>
<b>22 Historia del documento .....</b>	<b>46</b>

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Fuentes de emisión de GEI consideradas en el escenario de línea base. ....	16
<b>Tabla 2.</b> Fuentes de emisión de GEI consideradas en el escenario de proyecto. ....	22
<b>Tabla 3.</b> Variables y parámetros que requieren ser monitoreados. ....	31

## Siglas y acrónimos

<b>BESS</b>	Sistema de almacenamiento de energía con baterías
<b>GEI</b>	Gases de Efecto Invernadero
<b>IPCC</b>	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
<b>ISO</b>	Organización Internacional de Normalización
<b>MDL</b>	Mecanismo para un Desarrollo Limpio
<b>MRV</b>	Sistema de Medición, Reporte y Verificación
<b>NDC</b>	Contribución Nacionalmente Determinada
<b>ODS</b>	Objetivos de Desarrollo Sostenible
<b>ORC</b>	Ciclo Rankine Orgánico
<b>OVV</b>	Organismo de Validación y Verificación
<b>PDD</b>	Documento de Descripción del Proyecto
<b>PMCC</b>	Programa o Proyecto de Mitigación del Cambio Climático
<b>SIN</b>	Sistema Interconectado Nacional
<b>ZNI</b>	Zona No Interconectada

## Términos y definiciones

Los términos y definiciones que orientan el entendimiento de la presente metodología han sido depositados en el documento ***Términos y definiciones del programa de certificación voluntaria de Cercarbono***, disponible en [www.cercarbono.com](http://www.cercarbono.com), sección: Documentación.

## Resumen

Esta metodología se desarrolló para posibilitar la generación de créditos de carbono a partir de Programas o Proyectos de Mitigación del Cambio Climático (PMCC) enfocados en la generación eléctrica a partir de energía renovable, desplazando energía eléctrica producida con fuentes fósiles en una red perteneciente a un Sistema Interconectado Nacional (SIN) o en una Zona No Interconectada (ZNI) dentro de un determinado ámbito geográfico. La fecha de inicio de operaciones del PMCC se establece de acuerdo con la última versión del **Protocolo de Cercarbono para la certificación voluntaria de carbono** (en adelante **Protocolo de Cercarbono**, disponible en [www.cercarbono.com](http://www.cercarbono.com), sección: Documentación).

Para que los PMCC sean elegibles, deberán cumplir los requisitos aquí propuestos, así como con los principios establecidos en el **Protocolo de Cercarbono** en su versión vigente. Estos proyectos tienen como propósito desplazar los combustibles fósiles que son empleados para satisfacer la demanda de energía eléctrica de un sistema (ya sea que dicha energía sea suministrada a través de un SIN o de cualquier otra ZNI, red o sistema aislado en un determinado país). En todos los casos, siempre y cuando se demuestre que en ausencia del proyecto se emplearía algún tipo de combustible fósil para la generación de dicha energía eléctrica. En esta metodología se contemplan las actividades de: construcción de nuevas plantas de generación, adiciones de capacidad a plantas de generación de energía eléctrica existentes, o rehabilitaciones o reemplazos o reequipamientos de una o varias centrales de generación existentes que utilizan una fuente de energía renovable.

Se incluyen elementos metodológicos para la identificación del escenario de línea base en función de las actividades del PMCC específico. Con base en esto, se deberán calcular las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) del escenario de línea base, se deberán monitorear o calcular las emisiones de GEI del escenario de proyecto de acuerdo con sus características, y finalmente se calculará la cantidad total y neta de emisiones de GEI reducidas durante el período de acreditación.

Esta metodología brinda la guía y medios necesarios para estimar dichas reducciones, así como lineamientos generales asociados al manejo de información y documentación del PMCC y su monitoreo.

## 1 Introducción

El cambio climático es uno de los retos más grandes que enfrenta actualmente la sociedad. Los cambios producidos por este problema global pueden afectar la continuidad de la vida en la Tierra de la forma en la que la conocemos. El uso de la energía proveniente o generada a partir de combustibles fósiles es una de las principales causas de este problema, debido a que cerca de la mitad de las emisiones totales de GEI producidas en el planeta se deben a esto, de acuerdo con la información reportada por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés).

La transición energética hacia fuentes de energía con menor intensidad de GEI, el uso de recursos renovables y la optimización de procesos de generación, transmisión, almacenamiento y consumo de energía, son pasos necesarios hacia la promoción de la energía sostenible y la descarbonización de las matrices energéticas de diversos países, donde las emisiones de GEI asociadas con la generación de energía eléctrica ocupan un lugar importante en el inventario de este tipo de gases en diferentes países.

Al considerar esta problemática y la necesidad de avanzar en su solución, se han adelantado acciones conducentes a una transición energética instrumentada a través de tecnologías de generación de energía eléctrica con impacto ambiental reducido, particularmente en lo referente a la emisión de GEI de los procesos involucrados.

El uso y la transición hacia las energías renovables para la generación de energía eléctrica ha cobrado importancia en las últimas décadas y aunque algunos países tienen un fuerte componente de ellas dentro de su matriz energética, el camino que queda por recorrer en muchos de ellos para que las energías renovables se consideren una práctica común aún es amplio. De acuerdo con la Agencia Internacional de Energía<sup>1</sup>, en 2022 la industria de la generación de energía eléctrica a nivel global fue responsable por la emisión de 14,8 GtCO<sub>2</sub>. Lo anterior debido a que la generación eléctrica a través de tecnologías basadas en fuentes de energía renovable solo contribuyó con el 29,6 % del total.

Por sus características, las fuentes de energía renovable como la hidroeléctrica, solar, eólica, geotérmica y los diversos tipos de energías marinas se consideran ya sea neutras en carbono o bien que consiguen una reducción neta de emisiones de GEI, en contraste con las instalaciones de generación eléctrica que utilizan combustibles fósiles como fuente de energía primaria.

Así, las energías renovables son fundamentales para la descarbonización de las matrices energéticas en el mundo, siendo una de las rutas de mitigación más importantes para combatir el cambio climático.

La presente metodología busca ayudar al aceleramiento de la descarbonización de los sistemas eléctricos de diferentes países, específicamente aquellos en que la generación mediante energía renovable no es una práctica común y/o enfrenta barreras para su implementación, a través del desarrollo de programas o proyectos de mitigación de impacto ambiental que puedan generar créditos de reducción de emisiones para su comercialización en el mercado

---

<sup>1</sup> Agencia Internacional de Energía (IEA, 2023).

voluntario internacional de carbono u otros, teniendo en cuenta los parámetros establecidos en los Sistemas de Medición, Reporte y Verificación (MRV) que operen en un determinado país.

Esta metodología no es específica a ninguna tecnología de generación eléctrica basada en fuentes de energía renovable en particular, por lo que permite su uso para PMCC que utilizan tanto tecnologías maduras como podría aplicarse a tecnologías emergentes que permitan el establecimiento claro de los escenarios de línea base y de proyecto, así como su adecuado monitoreo.

## 2 Principios

Los principios establecen la base para las justificaciones y explicaciones requeridas en este documento. Los PMCC que apliquen la presente metodología deben cumplir y hacer referencia a los principios pertinentes y la forma en que han sido aplicados según la versión vigente del **Protocolo de Cercarbono**, consistente con los lineamientos de la Norma Internacional ISO 14064-2:2019. No obstante, se sugiere consultar dicha norma, ya que contiene conceptos ampliados, explicaciones y elementos de criterio útiles que complementan lo asentado en el **Protocolo de Cercarbono**.

## 3 Objeto y campo de aplicación

Esta metodología es específica y aplicable al programa de certificación voluntaria de carbono de Cercarbono. Puede ser utilizada por toda persona natural o jurídica, pública o privada que pretenda desarrollar programas o proyectos relacionados con la generación de energía eléctrica mediante energías renovables que desplacen la electricidad generada a partir de combustibles fósiles ya sea en un Sistema Interconectado Regional o Nacional (en adelante SIN), o bien en otros sistemas eléctricos aislados o no interconectados nacional o regionalmente, comúnmente denominados como Zonas No Interconectadas (en adelante ZNI) o cualquier otra denominación que se utilice en un determinado país, de manera que cumplan con todos los requisitos legales aplicables en el país en el que se implemente el PMCC, y que tengan como finalidad optar a pagos por resultados o compensaciones similares como consecuencia de acciones que generen reducciones de emisiones de GEI.

### 3.1 Alcance

Esta metodología establece recomendaciones básicas teniendo en cuenta los principios señalados en el **Protocolo de Cercarbono** para el diseño e implementación de PMCC basados en el uso de energías renovables para la generación de energía eléctrica (Sector Energía).

En esta metodología, los tipos de tecnologías basadas en fuentes de energía renovable que los PMCC utilizan para la generación de energía eléctrica incluyen, pero no se limitan a:

- Hidroeléctrica: centrales, plantas o instalaciones hidroeléctricas con embalse o de agua fluyente o integradas en redes de aguas; con o sin posibilidad de acumulación por bombeo.
- Eólica: centrales, plantas o instalaciones eólicas *onshore* (en tierra firme) y *offshore* (mar adentro).

- Solar: centrales, plantas o instalaciones fotovoltaicas y de concentración solar para la producción de energía eléctrica.
- Geotérmica: centrales, plantas o instalaciones con aprovechamientos geotérmico de vapor seco, vapor *flash* o ciclo binario.
- Otras tecnologías de generación eléctrica basadas en fuentes de energía renovable (p.ej. aprovechamiento de energía marina, gradientes térmicos o salinos, etc.).

Esta metodología es aplicable para cualquier unidad de generación eléctrica que emplee cualquier tipo de energía renovable listada anteriormente, excepto biomasa<sup>2</sup>, y que se encuentre conectada a un sistema de suministro eléctrico independientemente de la capacidad instalada, siempre y cuando se demuestre la adicionalidad de la iniciativa (ver **Sección 5**).

Los PMCC deben dar cumplimiento a los requisitos del Sistema de Medición, Reporte y Verificación (MRV) o similar que esté en vigor en la jurisdicción que rija su operación como también a todos los requisitos y los criterios establecidos en la **Sección 3.2**.

Las actividades aplicables en el marco de esta metodología corresponden a la instalación de nuevas plantas o a la adición de capacidad, el reequipamiento, la rehabilitación o el reemplazo de plantas generadoras existentes que utilizan fuentes de energía renovable. El PMCC podrá involucrar la integración de un sistema de almacenamiento de energía con baterías (BESS, por sus siglas en inglés), en cuyo caso deberá ajustarse a alguna de las modalidades contempladas por esta metodología.

Las consideraciones para el establecimiento de la fecha de inicio de operaciones del PMCC se incluyen en la versión vigente del **Protocolo de Cercarbono**, sección: **Fecha de inicio del PMCC**.

### 3.2 Cumplimiento técnico y del marco normativo del programa

Los siguientes documentos, en su versión vigente<sup>3</sup>, son complementarios y esenciales para la aplicación de esta metodología:

- Protocolo de Cercarbono para la certificación voluntaria de carbono.
- Procedimientos del programa de certificación de Cercarbono.
- Términos y definiciones del programa de certificación voluntaria de Cercarbono.
- Herramienta de Cercarbono para la demostración de la adicionalidad de iniciativas de mitigación del cambio climático.
- Herramienta de Cercarbono para reportar aportes de iniciativas de mitigación del cambio climático a los Objetivos de Desarrollo Sostenible.
- Guía para la presentación y análisis de cartografía.
- Principios y procedimientos de salvaguarda del programa de certificación de Cercarbono.

---

<sup>2</sup> La exclusión de esta fuente renovable en esta metodología obedece a sus características únicas, que implican un análisis de fugas y la aplicación de otros criterios transversales a usos de la tierra, no cubiertos ni aplicables al desarrollo ecuacional compartido por el resto de las tecnologías incluidas.

<sup>3</sup> Documentos disponibles en [www.cercarbono.com](http://www.cercarbono.com), sección: Documentación.

Las herramientas metodológicas del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)<sup>4</sup>:

- *Tool 03: Tool to calculate project or leakage CO<sub>2</sub> emissions from fossil fuel combustion.*
- *Tool 05: Baseline, project and/or leakage emissions from electricity consumption and monitoring of electricity generation.*
- *Tool 07: Tool to calculate the emission factor for an electricity system.*
- *Tool 10: Tool to determine the remaining lifetime of equipment.*

Además, se basa en algunos elementos de las metodologías del MDL:

- *ACM0002 Large-scale Consolidated Methodology: Grid-connected electricity generation from renewable sources. Version 20.0.*
- *AM0103: Renewable energy power generation in isolated grids. Version 4.0.*

### 3.3 Cumplimiento con reglamentación y disposiciones legales aplicables

En el marco de esta metodología, el titular del PMCC deberá demostrar que las instalaciones donde se implementa el PMCC cumplen con la obtención y presentación de licencias, permisos y planes de manejo ambiental, así como con todas aquellas regulaciones aplicables de acuerdo con la tecnología empleada en la jurisdicción competente, previo al inicio de las actividades de validación y verificación y durante todo el período de acreditación y sus potenciales renovaciones.

El OVV que realice la validación y/o verificación del PMCC bajo esta metodología, además de cumplir los requisitos de acreditación de la regulación establecida en el país donde se implementa el PMCC, deberá contar con conocimiento técnico comprobable sobre la tecnología de la iniciativa que se pretenda validar y verificar.

Las reducciones de emisiones de GEI obtenidas por el PMCC, cuando aplique, deberán ser inscritas en el registro nacional de un determinado país (siempre y cuando correspondan a los compromisos de reducción de emisiones de GEI asumidos por dicho país), incluyendo las disposiciones aplicables del mecanismo de ajustes correspondientes a la Contribución Nacionalmente Determinada (NDC, por sus siglas en inglés), dado el caso, en línea con los esfuerzos internacionales de Medición, Reporte y Verificación de las iniciativas de mitigación del cambio climático.

## 4 Elegibilidad y requisitos de inclusión

Esta metodología está dirigida a ser usada para el establecimiento del escenario de línea base, la cuantificación de emisiones de GEI del PMCC y el monitoreo requerido para el desarrollo de PMCC enfocados en la reducción de emisiones de GEI mediante el uso de fuentes de energía renovable en nuevas instalaciones de generación de energía eléctrica, así como a

---

<sup>4</sup> O aquellas que las sustituyan a la implementación del mecanismo del Art. 6.4. del Acuerdo de París. Documentos disponibles en [www.cdm.unfccc.int](http://www.cdm.unfccc.int).

través de la modernización, rehabilitación, reemplazo o expansiones de capacidad<sup>5</sup> de instalaciones existentes, que cumplan con la fecha de inicio establecida en el **Protocolo de Carbono** y que desplacen energía eléctrica generada a partir de fuentes más intensivas en cuanto a emisiones de GEI, ya sea alimentada a una SIN o ZNI<sup>6</sup>.

Los tipos de actividades de proyecto susceptibles de ser incluidas o implementadas como PMCC bajo esta metodología, deben contemplar el uso de al menos una fuente de energía renovable elegible de entre las referidas en la **Sección 5**, así como cumplir con las condiciones de aplicabilidad específicas a dicha fuente definidas en esta metodología, las cuales se listan a continuación:

1. Construcción de nuevas instalaciones para generación de energía eléctrica.
2. Implementación de mejoras en sistemas o equipos en instalaciones existentes conceptualizadas ya sea como:
  - Modernización,
  - Rehabilitación, o
  - Reemplazo.
3. Ampliación de la capacidad de generación en instalaciones existentes.
4. En caso de que el PMCC contemple la incorporación de un sistema de almacenamiento de energía con baterías (BESS)<sup>7</sup>, utilizado en instalaciones de generación eléctrica eólicas, solares o de otros tipos que los incorporen en sus diseños, aplican las siguientes modalidades:
  - BESS incorporado a construcción de instalaciones nuevas.
  - BESS incorporado dentro de un PMCC para incremento de capacidad de una instalación existente.
  - Incorporación de BESS dentro de un PMCC de modernización de una instalación existente.
  - Incorporación de BESS a una instalación existente sin efectuar ningún otro cambio en la misma.

Esta metodología no es aplicable al desarrollo de PMCC que tengan como objetivo la generación de energía térmica, mecánica o de otro tipo para usos externos al proceso de generación de energía eléctrica o en forma de cogeneración asociada a la generación de energía eléctrica.

En el caso de instalaciones cautivas (para autoconsumo), que sustituyan a otras operando con una mezcla de combustibles fósiles, se deberá utilizar, para efectos de cálculo de emisiones de línea base, el factor de emisión correspondiente al combustible de menor intensidad de carbono utilizado en dicha mezcla, para lo cual se utilizará como referencia un

---

<sup>5</sup> En ocasiones referida como “repotenciación”.

<sup>6</sup> En el caso de ZNI que incluyan instalaciones de cogeneración, se deberán seguir las estipulaciones de la Herramienta del MDL *Tool 05* para el cálculo de los factores de emisión correspondientes.

<sup>7</sup> Se trata de sistemas de baterías recargables agrupadas en bancos con múltiples celdas, el cual además incluye sistemas de administración eléctrica y térmica de las celdas, sistemas de control térmicos y de administración de la energía y de acondicionamiento y conexión a la red con varios modos operativos según las condiciones de la instalación y la demanda de energía de la red a la que suministra.

período histórico (previo a la implementación del proyecto), no menor a un año y no mayor a tres años<sup>8</sup>.

Esta metodología no es aplicable a PMCC que involucren unidades o instalaciones que operen con base en combustión de biomasa.

Para los casos en que se considera la modernización, rehabilitación o reemplazo de unidades o instalaciones, así como en el caso de adiciones de capacidad, esta metodología será aplicable siempre que el escenario de línea base más probable sería el de continuar la operación y las prácticas de mantenimiento establecidas con el equipo de generación que operaba previo a la implementación del PMCC.

Los PMCC que utilicen fuentes de energía renovables diferentes a la hidroeléctrica, deberán cumplir con todos los requisitos, condiciones y criterios aplicables ya descritos en esta sección, así como con las condiciones de aplicabilidad incluidas en las herramientas metodológicas referidas en este documento.

#### 4.1 Condiciones de aplicabilidad para PMCC que incorporan BESS

El titular del PMCC deberá demostrar que el BESS fue conceptualizado como parte del proyecto de origen desde la etapa de diseño, o bien que su integración al proyecto existente no implica ninguna otra actividad que modifique la capacidad instalada u operabilidad de las instalaciones involucradas, mediante documentación que lo soporte.

La carga del BESS deberá realizarse utilizando la energía eléctrica generada por el PMCC y solo en situaciones de demanda excesiva se utilizará energía eléctrica externa o generada localmente con base en combustible fósil para tal fin, en cuyo caso las emisiones asociadas deberán contabilizarse.

La energía eléctrica no generada por el PMCC por medio de fuentes de energía renovable, utilizada para la carga del BESS, no podrá superar el umbral de 2 % de la energía total generada por el PMCC utilizando exclusivamente energía renovable durante un cierto período de monitoreo.

Si se sobrepasa el umbral de 2 % antes indicado durante cualquier mes calendario del período de monitoreo, no aplicará la emisión de Carboncer para reducciones obtenidas durante ese mes.

#### 4.2 Condiciones de aplicabilidad para PMCC hidroeléctricos

Los PMCC hidroeléctricos deben cumplir los siguientes criterios específicos:

- La actividad del PMCC es implementada en uno o varios embalses u obras de toma existentes, sin cambio en el volumen o capacidad de diseño de ninguno de ellos.
- En PMCC que impliquen un cambio de volumen en uno o varios embalses, la densidad de potencia, calculada mediante la **Ecuación 15**, deberá ser mayor a 4 W/m<sup>2</sup>.

---

<sup>8</sup> Referirse a la Herramienta del MDL *Tool 05*.

- La densidad de potencia del embalse o los embalses incluidos en los límites del PMCC, cualquiera que sea su modalidad, deberá ser mayor a  $4 \text{ W/m}^2$ . <sup>(9,10)</sup>

Los siguientes criterios aplican al caso de PMCC hidroeléctricos integrados<sup>11</sup>:

- Deberá comprobarse que el flujo de agua desde las plantas o unidades corriente arriba del PMCC va directamente a las plantas o unidades corriente abajo de ellas y que todas las plantas o unidades involucradas en conjunto contribuyen a la capacidad de generación del PMCC.
- Deberá presentarse un análisis del balance de agua que alimenta a las unidades o plantas del PMCC integrado considerando los escenarios de disponibilidad estacional de agua de todas las fuentes relevantes (corriente principal, corrientes tributarias y lluvias) a la generación eléctrica, así como todas las combinaciones posibles de embalses y sin la construcción de los mismos, para comprobar que la combinación específica seleccionada para el PMCC optimiza la generación eléctrica respecto de otras opciones. El análisis deberá comprender al menos cinco años previos a la implementación del PMCC.

### 4.3 Titularidad

El titular del PMCC deberá obtener la autorización expresa del dueño o tenedor legal de las instalaciones o el terreno en las que este se pretende efectuar, según el caso.

En el caso de instalaciones de propiedad privada, pública o mixta, se deberá allegar constancia expresa del propietario(s), poseedor(es) o tenedor(es) de ellas, en la que se autorice la realización de dicho proyecto.

Se debe incluir evidencia legalmente válida e inobjetable en la jurisdicción aplicable, de los derechos de uso, explotación o propiedad total sobre las instalaciones del proyecto y que cuenta con la respectiva licencia o permiso ambiental.

Debe evidenciarse la propiedad de las reducciones de emisiones de GEI entre las partes interesadas; es decir, la participación, el reclamo o la cesión de derechos sobre las reducciones de emisiones debe estar sustentada en un documento firmado entre las partes.

### 4.4 Objetivo general del PMCC

El objetivo del PMCC debe describirse en el PDD, dando atención al impacto positivo principal esperado por la implementación de sus actividades y el potencial de mitigación esperado.

---

<sup>9</sup> En consistencia con el umbral definido en otros estándares de certificación de emisiones para este parámetro, en particular lo dispuesto en el reporte de la EB 23, Anexo 5, pág.1, del MDL.

<sup>10</sup> En el caso de proyectos agrupados, y para plantas generadoras cuya capacidad instalada individual sea igual o menor a 15 MW, esta condición de aplicabilidad puede omitirse, siempre y cuando las instalaciones para las que se aplique esta disposición representen en conjunto menos de 10 % del total de la capacidad instalada considerando la suma de tal capacidad de todas las plantas incluidas en el proyecto agrupado.

<sup>11</sup> Proyectos que operan utilizando el mismo cauce hídrico, con obras de toma ubicadas secuencialmente (cada una corriente abajo de la anterior) a lo largo del mismo, cuya descarga se reincorpora a dicho cauce.

También debe incluir, como mínimo, la descripción de la(s) actividad(es) principal(es), la ubicación geográfica de la implementación de la(s) actividad(es) del proyecto, los actores involucrados y el período de ejecución de la(s) actividad(es) del proyecto.

## 5 Adicionalidad

La adicionalidad en esta metodología debe demostrarse mediante la aplicación de la versión más reciente de la **Herramienta de Cercarbono para la demostración de la adicionalidad de iniciativas de mitigación del cambio climático**.

## 6 Delimitación del PMCC

### 6.1 Límites espaciales

Los límites espaciales del PMCC se refieren al sitio físico y geográfico de las instalaciones generadoras de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovable. La extensión espacial del PMCC incluye la central, la planta o la instalación de energía y todos los sistemas conexos y auxiliares que sirvan para conectarse físicamente a una SIN o ZNI.

Se debe especificar el sitio de instalación de la central o unidad del PMCC en términos de país y subdivisiones políticas de segundo nivel (estado, departamento, provincia o lo que corresponda) y tercer nivel (municipio o lo que corresponda), incluyendo sus coordenadas geográficas en el sistema de referencia oficial para el país donde se localiza el PMCC y también incluir la localización según lo establecido en la **Guía para la presentación y análisis de cartografía**.

Además de lo señalado anteriormente, el PMCC debe atender los lineamientos descritos sobre límites del PMCC en la versión vigente del **Protocolo de Cercarbono**.

### 6.2 Límites temporales

**Duración del proyecto:** es el período (en años) comprendido entre el inicio (día.mes.año) de las acciones de mitigación del PMCC y el final (día.mes.año) de estas.

**Período de acreditación:** se define de acuerdo con lo establecido en la versión vigente del **Protocolo de Cercarbono**, sección: **Período de acreditación**.

El tiempo de vida útil de la tecnología instalada, el cual es necesario demostrar cuando el período de acreditación solicitado sea mayor a la vida útil remanente por defecto establecida según la versión vigente de la Herramienta metodológica del MDL *Tool 10*, corresponde al período de tiempo durante el cual el sistema o equipo principal de generación de energía puede cumplir su objetivo bajo condiciones de costo-eficiencia y seguridad operativa adecuadas.

## 7 Escenario de línea base

### 7.1 Fuentes de emisión de GEI en el escenario de línea base

Las fuentes de emisión de GEI a considerar en el escenario de línea base del PMCC se describen en la **Tabla 1**.

**Tabla 1.** Fuentes de emisión de GEI consideradas en el escenario de línea base.

Fuente	GEI	Incluida	Explicación
Emisiones de GEI debidas a la generación de energía eléctrica desplazada por el PMCC.	CO <sub>2</sub>	Sí	Se refiere a las emisiones debidas a la generación de energía eléctrica por medio de combustibles fósiles ya sea en un SIN o en una ZNI, en las instalaciones de generación de energía eléctrica que son desplazadas por el PMCC. Cada combustible fósil empleado para la generación de energía eléctrica produce estos tres GEI al someterse a combustión. Se excluyen el CH <sub>4</sub> y el N <sub>2</sub> O ya que esto hace conservadora la estimación de emisiones.
	CH <sub>4</sub>	No	
	N <sub>2</sub> O	No	

El responsable del proyecto debe garantizar la identificación de los GEI y las fuentes de emisiones relacionadas con el PMCC.

Además, se deben atender los lineamientos descritos en la versión vigente del **Protocolo de Cercarbono**, con respecto al tema de fuentes de emisión.

### 7.2 Cálculos de emisiones de GEI del escenario de línea base

El cálculo de emisiones de GEI del escenario de línea base está relacionado con las características de implementación del PMCC y la modalidad en la que este sea desarrollado. Así, y aunque se describen más adelante diferentes formas de cálculo, según las características específicas del PMCC, las emisiones del escenario de línea base en general estarán dadas por la **Ecuación 1**.

$$BLE_t = NPGS_t \times EFES_t \quad \text{Ecuación 1}$$

Variable	Unidades	Descripción
$BLE_t$	$tCO_2e$	Emisiones de GEI en el período $t$ en el escenario de línea base.
$NPGS_t$	$MWh$	Generación neta de energía eléctrica debida a la implementación del PMCC, suministrada al sistema eléctrico (ya sea SIN o ZNI) en el período $t$ .
$EFES_t$	$tCO_2e/MWh$	Factor de emisión del sistema eléctrico (ya sea SIN o ZNI, según corresponda) al cual suministra energía eléctrica el PMCC en el período $t$ .

### 7.2.1 Cálculo de la generación neta de energía eléctrica

La forma de cálculo de este parámetro dependerá de la modalidad de implementación del PMCC y será diferente ya sea que se trate de una instalación nueva, una modernización, una rehabilitación o el reemplazo de unidades de generación. Así mismo, deberán considerarse las características propias de la fuente renovable y la tecnología de generación eléctrica. En las siguientes subsecciones se trata cada modalidad o combinación de modalidad y fuente de energía renovable/tecnología relevante identificadas.

#### 7.2.1.1 Instalaciones nuevas (*greenfield*) de generación eléctrica mediante energía renovable

El escenario de línea base será la electricidad entregada al SIN o a una ZNI por el PMCC, que desplaza a aquella que habría sido generada por alguna otra planta conectada al sistema eléctrico relevante o por nuevas instalaciones de generación eléctrica, de tal forma que la electricidad generada en el escenario de línea base queda definida por la **Ecuación 2**.

$$NPGS_t = NPGP_t \quad \text{Ecuación 2}$$

Variable	Unidades	Descripción
$NPGS_t$	<i>MWh</i>	Generación neta de energía eléctrica debida a la implementación del PMCC, suministrada al sistema eléctrico (ya sea SIN o ZNI) en el período $t$ .
$NPGP_t$	<i>MWh</i>	Energía eléctrica neta generada y suministrada por las plantas o unidades del PMCC al sistema eléctrico (ya sea SIN o ZNI) en el período $t$ .

#### 7.2.1.2 Modernización, rehabilitación o reemplazo de instalaciones existentes de generación eléctrica mediante energía renovable

En este caso, el escenario de línea base se determinará con base en datos históricos de generación eléctrica, considerando que prevaleciese la situación histórica previa a la implementación del PMCC.

Dada la variabilidad en cuanto a la generación eléctrica a lo largo del tiempo por cuestiones inherentes a la naturaleza de la mayoría de las fuentes de energía renovable, se deberá dar la debida consideración a este hecho al evaluar dichos datos históricos.

Los escenarios de línea base pueden ser:

- La continuación de la situación actual, que es el empleo de la planta de generación en las condiciones anteriores a la implementación de la actividad del PMCC. La electricidad adicional generada bajo la operación del PMCC sería producida por las plantas de generación existentes y nuevas, conectadas a la red local de electricidad.
- Cualquier otra posible alternativa técnica y económicamente factible que incrementaría la energía generada en sitio diferente a la actividad del PMCC. Por ejemplo, diferentes

grados de reemplazo de equipos, reequipamiento o rehabilitación de las unidades para la sustitución de un combustible fósil por otro, entre otros, pueden ser considerados.

La energía eléctrica generada por una planta que aprovecha alguna fuente de energía renovable puede variar significativamente de un año a otro, debido a la variación en la disponibilidad o comportamiento de la fuente (por ejemplo, temporadas de lluvias y sequías, la velocidad promedio anual de los vientos, o la irradiación solar).

Como resultado, el uso de información histórica insuficiente previa a la implementación del PMCC, o la no consideración de este tipo de variables, puede introducir una incertidumbre significativa. La generación de electricidad en el escenario de línea base se calcula por medio de la **Ecuación 3**.

$$NPGS_t = NPGP_t - (NPGH_t + \sigma_h) \quad \text{Ecuación 3}$$

Variable	Unidades	Descripción
$NPGS_t$	<i>MWh</i>	Generación neta de energía eléctrica debida a la implementación del PMCC, suministrada al sistema eléctrico (ya sea SIN o ZNI) en el período $t$ .
$NPGP_t$	<i>MWh</i>	Energía eléctrica neta generada y suministrada por las plantas o unidades del PMCC al sistema eléctrico (ya sea SIN o ZNI) en el período $t$ .
$NPGH_t$	<i>MWh</i>	Energía eléctrica histórica neta anual generada y suministrada por las plantas o unidades existentes previo a la implementación del PMCC al sistema eléctrico (ya sea SIN o ZNI), ajustada para representar la correspondiente al período $t$ .
$\sigma_h$	<i>MWh</i>	Desviación estándar de la energía eléctrica neta anual generada y suministrada por las plantas o unidades existentes previo a la implementación del PMCC al sistema eléctrico (ya sea SIN o ZNI).

Para el caso en que  $(NPGH_t + \sigma_h) > NPGP_t$ , entonces deberá considerarse que:

$$NPGS_t = 0 \quad \text{Ecuación 4}$$

Para determinar  $NPGH_t$ , el titular del PMCC podrá elegir un período que comprenda al menos cinco años de información de generación de electricidad histórica, hasta el año previo al de la fecha de inicio del PMCC, entre los siguientes:

- (a) A partir del inicio de operación comercial<sup>12</sup>.
- (b) Los cinco años previos al del inicio del PMCC.

<sup>12</sup> El período de tiempo se extiende hasta el año previo al de la fecha de inicio del PMCC.

- (c) A partir de la última modernización, rehabilitación o incremento de capacidad, dado el caso<sup>13</sup>.

Deberá justificarse, cuando la elección de un período histórico no sea el de los cinco años completos anteriores inmediatos al del inicio de la implementación del proyecto, la razón de dicha elección, la cual en todo caso deberá demostrarse que sea representativo de la operación esperada bajo condiciones normales<sup>14</sup>.

En proyectos de rehabilitación, cuando pueda demostrarse que la instalación no tuvo ningún período operativo durante los cinco años calendario anteriores al del inicio de dicha rehabilitación, entonces:

$$NPGH_t = 0$$

**Ecuación 5**

Para las modalidades de modernización y reemplazo de equipo o unidades referidas en esta sección, deberá demostrarse que la vida útil remanente de las instalaciones objeto de tales acciones (en particular del equipo principal de generación eléctrica), supera a la del período de acreditación aplicable, de acuerdo con los valores por defecto o los lineamientos establecidos en la versión vigente de la Herramienta metodológica del MDL *Tool 10* o de aquella que la complemente o sustituya. A partir de ese punto en el tiempo se considera que:

$$NPGS_t = 0$$

**Ecuación 6**

### **7.2.1.3 Incremento de capacidad a instalaciones existentes de generación eléctrica mediante energía renovable**

El escenario de línea base es que la instalación existente seguiría suministrando energía eléctrica al sistema (tipo SIN o ZNI) de acuerdo con los valores históricos hasta el final de su vida útil, determinada de acuerdo con los lineamientos establecidos en la versión vigente de la Herramienta metodológica del MDL *Tool 10*, o de aquella que la complemente o sustituya, y que la energía eléctrica suministrada por los nuevos equipos o instalaciones sería suministrada por otras instalaciones conectadas al sistema eléctrico relevante. A partir del fin de la vida útil de la instalación existente, se considera que el escenario de línea base es el mismo que el escenario de proyecto, por lo que se considera que no habría reducción de emisiones de ese punto en adelante.

Una vez iniciada la operación de la actividad de proyecto, si no se demostró una determinada vida útil remanente para las instalaciones de línea base, se aplicarán solo los valores por defecto de la Herramienta metodológica del MDL *Tool 10*.

---

<sup>13</sup> Ídem a nota anterior.

<sup>14</sup> Por ejemplo, en situaciones en donde circunstancias extraordinarias impidieron la operación de la instalación o una parte significativa de ella, o bien su operación normal, durante períodos significativos dentro del período histórico de 5 años anteriores.

### 7.2.1.3.1 Instalaciones de generación eólica, solar o marina

Dado que el incremento de capacidad de estos tipos de instalaciones no afecta de manera importante la disponibilidad de la fuente de energía renovable para instalaciones existentes diferentes de las de proyecto,  $NPGS_t$  puede determinarse de acuerdo con la [Ecuación 7](#).

$$NPGS_t = NPGA_t \quad \text{Ecuación 7}$$

Variable	Unidades	Descripción
$NPGS_t$	MWh	Generación neta de energía eléctrica debida a la implementación del PMCC, suministrada al sistema eléctrico (ya sea SIN o ZNI) en el período $t$ .
$NPGA_t$	MWh	Energía eléctrica neta generada y suministrada por las plantas o unidades que constituyen la capacidad incrementada en el PMCC al sistema eléctrico relevante (ya sea SIN o ZNI) en el período $t$ .

Bajo este enfoque,  $NPGA_t$  deberá determinarse mediante medición directa de la generación de energía aportada por las plantas o unidades que forman el incremento de capacidad en el PMCC.

Este enfoque también podrá ser utilizado para el caso de otras energías renovables no mencionadas que cumplan (y así se demuestre) con la premisa de la no afectación o afectación no significativa a la disponibilidad de la fuente de energía renovable para las instalaciones existentes, diferentes a las del PMCC correspondiente.

### 7.2.1.3.2 Instalaciones de generación hidroeléctrica o geotérmica

En el caso de este tipo de fuentes renovables, la adición de capacidad en el mismo sitio de las instalaciones originales puede ocasionar interacciones que afecten al potencial de generación de las unidades o plantas existentes. Debido a esta situación, para este tipo de fuentes y esta modalidad de implementación de PMCC, deberá utilizarse el enfoque de cálculo descrito en la [Sección 7.2.1.2](#).

En este caso,  $NPGP_t$  será la energía eléctrica neta generada y suministrada por las plantas o unidades al sistema eléctrico (ya sea SIN o ZNI) en el período  $t$ , incluyendo las que constituyen el incremento de capacidad objeto del PMCC. Por lo anterior, no se requiere la medición segregada de la generación de energía eléctrica proveniente exclusivamente de las plantas o unidades que constituyen el incremento de capacidad.

Este enfoque también podrá ser utilizado para el caso de otras energías renovables no mencionadas, para las cuales la premisa de la no afectación o afectación no significativa a la disponibilidad de la fuente de energía renovable para las instalaciones existentes no pueda ser demostrada.

## 7.2.2 Cálculo del factor de emisión del sistema eléctrico relevante

Deben distinguirse dos casos, ya mencionados anteriormente:

- En el caso de que la energía eléctrica sea entregada a un SIN, el  $EFES_t$  podrá ya sea calcularse de acuerdo con los lineamientos establecidos en la versión vigente de la Herramienta metodológica del MDL *Tool 07* o aquella que la complemente o sustituya, o bien podrán emplearse valores calculados por el administrador o regulador del SIN u otro organismo con dicha función, siempre y cuando tales valores sean publicados de manera abierta y se demuestre que han sido calculados de acuerdo con los lineamientos proporcionados en dicha herramienta.
- Para el caso de que el PMCC suministre energía a un sistema eléctrico tipo ZNI, el  $EFES_t$  deberá calcularse de acuerdo con la **Ecuación 8**.

$$EFES_t = \frac{\sum_{k=1}^K \sum_{c=1}^C FFZN_{c,k,t} \times FFHV_{c,t} \times FFEF_{c,t}}{\sum_{k=1}^K ZNPG_{k,t}} \quad \text{Ecuación 8}$$

Variable	Unidades	Descripción
$EFES_t$	$tCO_2e/MWh$	Factor de emisión del sistema eléctrico (en este caso una ZNI) al cual suministra energía eléctrica el PMCC en el período $t$ (calculado a partir del uso de combustible y generación eléctrica de las plantas cautivas $k$ de la ZNI para el período $t$ ).
$FFZN_{c,k,t}$	Unidades de volumen o masa	Volumen o masa de combustible fósil tipo $c$ utilizado por la planta cautiva $k$ para generación de energía eléctrica en el período $t$ <sup>15</sup> .
$FFHV_{c,t}$	MJ/Unidad de volumen o masa	Poder calorífico inferior promedio del combustible fósil tipo $c$ utilizado en el período $t$ .
$FFEF_{c,t}$	$tCO_2e/MJ$	Factor de emisión promedio para el combustible fósil tipo $c$ utilizado en el período $t$ .
$ZNPG_{k,t}$	$MWh$	Energía eléctrica generada por la planta cautiva $k$ en el período $t$ .
$k$	NA	Índice de planta cautiva.
$K$	Número de plantas cautivas	Número total de plantas cautivas.
$c$	NA	Índice de tipo de combustible fósil.

<sup>15</sup> En el caso de ZNI que incluyan instalaciones de cogeneración, se deberán seguir las estipulaciones de la *Tool 05* del MDL para la consideración del cálculo del factor de emisión, mediante la asignación correcta del combustible empleado para la generación de energía eléctrica exclusivamente, no permitiéndose la consideración ahí expuesta de que toda la energía empleada por la planta de cogeneración se considere como dedicada a la generación de energía eléctrica, dado que en este caso no corresponde a una opción conservadora.

Variable	Unidades	Descripción
C	Número de combustibles utilizados	Número total de combustibles fósiles utilizados por una planta cautiva.

## 8 Escenario de proyecto

### 8.1 Fuentes de emisión de GEI en el escenario de proyecto

Las fuentes de emisión de GEI a considerar en el escenario de proyecto se describen en la **Tabla 2**.

**Tabla 2.** Fuentes de emisión de GEI consideradas en el escenario de proyecto.

Fuente	GEI	Incluido	Explicación
Combustión fósil para generación de energía eléctrica.	CO <sub>2</sub>	Sí	Quema de combustibles fósiles para la generación de electricidad. Las emisiones de CH <sub>4</sub> y de N <sub>2</sub> O, aunque menores, deben considerarse por criterio conservador.
	CH <sub>4</sub>	Sí	
	N <sub>2</sub> O	Sí	
Emisiones de metano en PMCC hidroeléctricos.	CH <sub>4</sub>	Sí	Relacionados con la descomposición anaeróbica de la materia orgánica en embalses.
Emisiones de gases no condensables en plantas geotérmicas.	CO <sub>2</sub>	Sí	Emisiones de CO <sub>2</sub> y CH <sub>4</sub> contenidos en vapor geotérmico seco o producto de evaporación súbita (vapor <i>flash</i> ), o emisiones fugitivas en ciclos binarios.
	CH <sub>4</sub>	Sí	
Emisiones de gases no condensables de fluido de trabajo de intercambiadores de calor en plantas geotérmicas binarias.	HC o refrigerante	Sí	Por fugas provenientes de estos componentes del ciclo binario, los que utilizan gases hidrocarburos o HFC con diversos potenciales de calentamiento global como fluidos de trabajo.
Emisiones de gases no condensables en otros sistemas de generación eléctrica.	CO <sub>2</sub>	Sí	Subproducto del proceso de generación de energía por gradiente térmico o salino mediante diferencia de presión de vapor, entre otros.
Energía eléctrica basada en fuentes fósiles recibida de SIN o ZNI o de una unidad específica de generación.	CO <sub>2</sub>	Sí	Carga de sistemas de almacenamiento de energía con baterías (BESS). No se incluyen las emisiones de CH <sub>4</sub> ni de N <sub>2</sub> O por considerarse despreciables.
	CH <sub>4</sub>	No	
	N <sub>2</sub> O	No	

### 8.2 Cálculo de emisiones de GEI en el escenario de proyecto

Las emisiones de GEI debidas a acciones como la construcción de las centrales de generación, la preparación del uso del suelo, las emisiones aguas arriba por el uso de combustibles fósiles para el transporte, extracción, procesamiento o manufactura de componentes, instalaciones y equipos relacionados con la tecnología empleada en el PMCC se consideran no significativas.

Para la mayor parte de las actividades de generación de energía eléctrica, las emisiones de GEI del PMCC ( $PE_t$ ) serán no significativas para el cálculo. No obstante, pueden existir modalidades de implementación o fuentes de energía renovable o tecnologías de generación eléctrica que generen emisiones de GEI en un nivel apreciable en el escenario de proyecto, las cuales deberán ser contabilizadas utilizando la **Ecuación 9**.

$$PE_t = FFPE_t + GTPE_t + HEPE_t + BCPE_t + NCGE_t \quad \text{Ecuación 9}$$

Variable	Unidades	Descripción
$PE_t$	$tCO_2e$	Emisiones de GEI del PMCC en el período $t$ .
$FFPE_t$	$tCO_2e$	Emisiones de GEI del PMCC debidas al consumo de combustibles fósiles en el período $t$ .
$GTPE_t$	$tCO_2e$	Emisiones de GEI del PMCC debidas a la operación de plantas geotérmicas de cualquier tipo en el período $t$ .
$HEPE_t$	$tCO_2e$	Emisiones de GEI del PMCC generadas en los embalses de plantas hidroeléctricas en el período $t$ .
$BCPE_t$	$tCO_2e$	Emisiones de GEI del PMCC de carga de BESS mediante energía eléctrica basada en combustible fósil recibida de un SIN o una ZIN o de una unidad específica de generación en el período $t$ .
$NCGE_t$	$tCO_2e$	Emisiones de GEI por gases no condensables en otros sistemas de generación eléctrica, subproducto de tecnologías de generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, no descritas específicamente en esta metodología, en el período $t$ .

El nivel de desagregación en los datos puede ser determinado por parte del responsable del PMCC, pero en general se deben incluir como máximo valores anuales para  $t$  cuando no se indique una frecuencia de monitoreo en la tabla de parámetros monitoreados de la **Sección 14.2**.

Debe existir correspondencia entre el período  $t$  usado para el cálculo de las emisiones de GEI del PMCC y el período  $t$  usado para la estimación del escenario de línea base.

Los cambios o actualizaciones tecnológicas de equipos diferentes a la tecnología principal de generación de electricidad que generen emisiones atribuibles a la operación del PMCC deberán reportarse y dichas emisiones de GEI deberán contabilizarse como parte de las emisiones del PMCC.

El responsable del PMCC debe identificar y cuantificar cualquier otra fuente de emisiones de GEI que puedan ser atribuibles a la operación del PMCC, siempre y cuando se justifique su inclusión y los resultados obtenidos asociados a la misma.

La elección de los métodos de cálculo de dichas emisiones de GEI, en su caso, corresponde al titular; tales métodos deben ser reconocidos y basarse en los lineamientos del IPCC o de metodologías válidas para el cálculo de emisiones, de acuerdo con los principios establecidos en la versión vigente del **Protocolo de Cercarbono**.

### 8.2.1 Emisiones por consumo de combustibles fósiles

Las instalaciones que utilicen durante su operación combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica durante la implementación del PMCC, deberán cuantificar las emisiones de dióxido de carbono como  $FFPE_t$  (correspondientes a emisiones del PMCC por consumo de combustibles fósiles en las instalaciones o equipos que forman parte de la implementación del PMCC, tales como las debidas a dichos consumos en equipo de transporte, maquinaria pesada, o generadores eléctricos de respaldo diseñados para mantener el nivel de generación en situaciones de disponibilidad reducida de la fuente de energía renovable), de acuerdo con los lineamientos establecidos en la versión vigente de la Herramienta metodológica del MDL *Tool 03* o aquella que la complemente o sustituya.

Las emisiones por consumo de combustibles fósiles en generadores eléctricos utilizados exclusivamente en arranques o fallas de la fuente de energía eléctrica de respaldo principal (red eléctrica auxiliar) y que solo operan durante tales eventos, se consideran despreciables, por lo que pueden omitirse de este cálculo.

### 8.2.2 Emisiones por la operación de plantas geotérmicas

Durante la operación de plantas geotérmicas, se liberan a la atmósfera gases no condensables que se separan del vapor extraído de pozos geotérmicos, entre ellos principalmente  $CO_2$  y en menor medida,  $CH_4$ . En la operación de centrales geotérmicas modernas a vapor seco o *flash*, una porción significativa de los gases incondensables separados del vapor es reinyectada al reservorio o yacimiento geotérmico. En el caso de ciclos binarios, se reinyecta el fluido geotérmico<sup>16</sup> sin haber sido expuesto a la atmósfera, por lo cual pueden ocurrir emisiones fugitivas debidas a fugas en componentes de equipo, las cuales deben también contabilizarse. Estos dos mecanismos de generación de emisiones se toman en consideración para su cálculo de acuerdo con el planteamiento de la **Ecuación 10** y sus relacionadas.

$$GTPE_t = GTPE_{DFS,t} + GTPE_{BC,t} \quad \text{Ecuación 10}$$

Variable	Unidades	Descripción
$GTPE_t$	$tCO_2e$	Emisiones de GEI del PMCC debidas a la operación de plantas geotérmicas de cualquier tipo en el período $t$ .
$GTPE_{DFS,t}$	$tCO_2e$	Emisiones de GEI del PMCC debidas a la operación de plantas geotérmicas a vapor seco o vapor <i>flash</i> en el período $t$ .
$GTPE_{BC,t}$	$tCO_2e$	Emisiones de GEI del PMCC debidas a emisiones fugitivas en la operación de plantas geotérmicas de ciclo binario en el período $t$ .

<sup>16</sup> Se trata de fluidos extraídos de pozos geotérmicos, no susceptibles de utilizarse en plantas de vapor seco, o bien fluidos residuales de dichas plantas, los cuales generalmente se presentan en dos fases, aunque pueden ser aprovechados como vapor o líquido, dependiendo de las condiciones de proceso.

### 8.2.2.1 Plantas geotérmicas a vapor seco o a vapor *flash*

Para este tipo de instalaciones de generación eléctrica, aplican las consideraciones específicas incluidas en la **Ecuación 11**.

$$GTPE_{DFS,t} = (GSMF_{CO_2,t} + GSMF_{CH_4,t} \times GWP_{CH_4}) \times GSP_t \quad \text{Ecuación 11}$$

Variable	Unidades	Descripción
$GTPE_{DFS,t}$	$tCO_2e$	Emisiones de GEI del PMCC debidas a la operación de plantas geotérmicas a vapor seco o vapor <i>flash</i> en el período $t$ .
$GSMF_{CO_2,t}$	$tCO_2e/t$ vapor	Fracción másica de $CO_2$ presente en vapor geotérmico producido en el período $t$ .
$GSMF_{CH_4,t}$	$tCH_4/t$ vapor	Fracción másica de $CH_4$ presente en vapor geotérmico producido en el período $t$ .
$GWP_{CH_4}$	$tCO_2e/tCH_4$	Potencial de calentamiento global de $CH_4$ válido para el período de estimación de emisiones correspondiente.
$GSP_t$	$t$ vapor	Producción de vapor geotérmico enviado a instalación de generación eléctrica en el período $t$ .

### 8.2.2.2 Plantas geotérmicas de ciclo binario

Para este tipo de instalaciones de generación eléctrica, pueden presentarse emisiones fugitivas tanto del lado de proceso (circuito de fluido geotérmico de baja entalpía), como del lado del Ciclo Rankine Orgánico (ORC), donde pueden presentarse fugas de fluido de trabajo, el cual en muchos casos es un hidrocarburo o un hidrofluorocarbono (HFC) con características de refrigerante. Ambas situaciones son contempladas por la **Ecuación 12**.

$$GTPE_{BC,t} = GSPE_{BC,t} + WFPE_{BC,t} \quad \text{Ecuación 12}$$

Variable	Unidades	Descripción
$GTPE_{BC,t}$	$tCO_2e$	Emisiones de GEI del PMCC debidas a emisiones fugitivas en la operación de plantas geotérmicas de ciclo binario en el período $t$ .
$GSPE_{BC,t}$	$tCO_2e$	Emisiones de GEI del PMCC debidas a fugas de gases no condensables provenientes del fluido geotérmico en la operación de plantas geotérmicas de ciclo binario en el período $t$ .
$WFPE_{BC,t}$	$tCO_2e$	Emisiones de GEI del PMCC debidas a fugas de gases no condensables provenientes del fluido de trabajo del circuito del Ciclo Rankine Orgánico (ORC) en la planta de generación binaria en el período $t$ .

Para el cálculo de  $GSPE_{BC,t}$ , puede emplearse el método que plantea la **Ecuación 13**.

$$GSPE_{BC,t} = (IGF_{BC,t} - EGF_{BC,t}) \times (GFMF_{CO_2,t} + GFMF_{CH_4,t} \times GWP_{CH_4}) \quad \text{Ecuación 13}$$

Variable	Unidades	Descripción
$GSPE_{BC,t}$	$tCO_2e$	Emisiones de GEI del PMCC debidas a fugas de gases no condensables presentes en el fluido geotérmico en la operación de plantas geotérmicas de ciclo binario en el período $t$ .
$IGF_{BC,t}$	$t fluido$	Flujo de fluido geotérmico de ingreso a planta geotérmica en el período $t$ .
$EGF_{BC,t}$	$t fluido$	Flujo de fluido geotérmico de salida de planta geotérmica en el período $t$ .
$GFMF_{CO_2,t}$	$tCO_2e/t fluido$	Fracción másica de $CO_2$ presente en fluido geotérmico producido en el período $t$ .
$GFMF_{CH_4,t}$	$tCH_4/t fluido$	Fracción másica de $CH_4$ presente en fluido geotérmico producido en el período $t$ .
$GWP_{CH_4}$	$tCO_2e/tCH_4$	Potencial de calentamiento global de $CH_4$ válido para el período de estimación de emisiones correspondiente.

En caso de que la diferencia entre el flujo de entrada y flujo de salida de fluido geotérmico a/de la planta sea menor a 1 %, no se requiere la cuantificación del parámetro  $GSPE_{BC,t}$ .

Por otra parte,  $WFPE_{BC,t}$  puede calcularse según la **Ecuación 14**.

$$WFPE_{BC,t} = WFLR_t \times GWP_{WF} \quad \text{Ecuación 14}$$

Variable	Unidades	Descripción
$WFPE_{BC,t}$	$tCO_2e$	Emisiones de GEI del PMCC debidas a fugas de gases no condensables provenientes del fluido de trabajo del circuito del Ciclo Rankine Orgánico (ORC) en la planta binaria en el período $t$ .
$WFLR_t$	$t fluido de trabajo$	Cantidad fugada/repuesta de fluido de trabajo en el período $t$ .
$GWP_{WF}$	$tCO_2e/t fluido de trabajo$	Potencial de calentamiento global del fluido de trabajo del ciclo geotérmico binario, válido para el período de estimación de emisiones correspondiente.

### 8.2.3 Emisiones de embalses de plantas hidroeléctricas

Dado que el método para la estimación de emisiones de esta fuente depende de las características de implementación, así como de la densidad de potencia asociada a él o a los embalses dentro de los límites del PMCC, y adicionalmente a lo señalado en la **Sección 4.1** respecto del umbral mínimo para este parámetro, se presentan los métodos de cálculo de la densidad de potencia para los casos posibles de acuerdo con las condiciones de aplicabilidad de este documento metodológico.

#### 8.2.3.1 Cálculo de la densidad de potencia

La densidad de potencia del PMCC puede calcularse utilizando la **Ecuación 15**.

$$CPD = \frac{CIC - BLIC}{CSA - BLSA} \quad \text{Ecuación 15}$$

Variable	Unidades	Descripción
<b>CPD</b>	$W/m^2$	Densidad de potencia del PMCC.
<b>CIC</b>	$W$	Capacidad instalada de generación hidroeléctrica después de la implementación del PMCC.
<b>BLIC</b>	$W$	Capacidad instalada de generación hidroeléctrica previo a la implementación del PMCC.
<b>CSA</b>	$m^2$	Área total de los embalses que integran el PMCC después de su implementación, medida en la superficie del agua cuando se encuentran llenos a su máxima capacidad.
<b>BLSA</b>	$m^2$	Área total de los embalses que integran el PMCC previo a su implementación, medida en la superficie del agua, llenos a su máxima capacidad.

En el caso de instalaciones de generación nuevas, donde no existían embalses previos a la implementación del PMCC, tanto el valor para **BLIC**, como el valor para **BLSA**, serán iguales a cero.

### 8.2.3.2 Cálculo de emisiones provenientes de embalses

#### 8.2.3.2.1 Embalses con densidad de potencia $> 4 W/m^2$ y $\leq 10 W/m^2$

Para este rango de densidades de potencia, las emisiones de GEI del PMCC se calculan de acuerdo con la **Ecuación 16**.

$$HEPE_t = \frac{HREF \times TEPG_t}{1000} \quad \text{Ecuación 16}$$

Variable	Unidades	Descripción
<b>HEPE<sub>t</sub></b>	$tCO_2e$	Emisiones de GEI del PMCC generadas en los embalses de plantas hidroeléctricas en el período <b>t</b> .
<b>HREF</b>	$kgCO_2e/MWh$	Factor de emisión por defecto para embalses de plantas hidroeléctricas.
<b>TEPG<sub>t</sub></b>	$MWh$	Energía eléctrica total generada por el PMCC, incluyendo la energía eléctrica suministrada al sistema eléctrico relevante (tipo SIN o ZNI), así como la energía eléctrica consumida internamente en el período <b>t</b> .
<b>1000</b>	$kg/t$	Factor de conversión.

#### 8.2.3.2.2 Embalses con densidad de potencia $> 10 W/m^2$

Para este rango de densidades de potencia, se considerará que:

$$HEPE_t = 0 \quad \text{Ecuación 17}$$

### 8.2.4 Emisiones por carga de BESS con energía eléctrica de un SIN, una ZIN o de una unidad específica de generación de energía eléctrica a partir de combustible fósil

Cuando el BESS se carga utilizando energía proveniente de un SIN o una ZNI,  $BCPE_t$  deberá calcularse de acuerdo con los lineamientos establecidos en la versión vigente de la Herramienta metodológica del MDL *Tool 05*, o aquella que la complemente o sustituya.

Cuando el BESS se carga utilizando energía generada en unidades a combustible fósil internas a las instalaciones del PMCC,  $BCPE_t$  deberá calcularse de acuerdo con los lineamientos establecidos en la versión vigente de la Herramienta metodológica del MDL *Tool 03*, o aquella que la complemente o sustituya.

### 8.2.5 Emisiones de GEI por gases no condensables en otros sistemas de generación eléctrica, subproducto de tecnologías de generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, no descritas específicamente en esta metodología

En estos casos, la metodología de cálculo para  $NCGE_t$  deberá justificarse y contar con el aval o hacer referencia a publicaciones de organizaciones o instituciones reconocidas internacionalmente en el desarrollo o implementación de la tecnología específica.

## 8.3 Fugas

Para las actividades cubiertas por esta metodología, no se consideran efectos de transferencia o fugas de carbono (*leakages*) debidas a la implementación del PMCC.

## 9 Reducción de emisiones de GEI

La cuantificación de emisiones de GEI reducidas en el PMCC será la diferencia entre las emisiones de GEI del escenario de línea base y las emisiones de GEI del escenario de proyecto, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$ER_t = BLE_t - PE_t \quad \text{Ecuación 18}$$

Variable	Unidades	Descripción
$ER_t$	$tCO_2e$	Reducción de emisiones en el período $t$ .
$BLE_t$	$tCO_2e$	Emisiones de GEI en el período $t$ en el escenario de línea base.
$PE_t$	$tCO_2e$	Emisiones de GEI del PMCC en el período $t$ .

## 10 Proyectos agrupados

Los proyectos agrupados están formados por instancias tales como centrales, plantas o instalaciones de generación eléctrica que en un proceso de MRV se unifican para lograr la mitigación de impacto ambiental mediante el registro de un solo PMCC.

Se debe demostrar que cada una de estas instancias cumple todos los criterios establecidos en la regulación del país donde se implementen, los del **Protocolo de Cercarbono** y los de

esta metodología para ser elegibles de llevar a cabo dicha consideración conjunta y en su caso, generar créditos de reducción de emisiones sujetos a comercialización.

Para que varias instancias de reducción de emisiones puedan unificarse en un solo PMCC, la fuente de energía renovable deberá ser la misma para todas ellas y la adicionalidad deberá ser evaluada individualmente para cada instancia.

El o los responsables (personas naturales o jurídicas), la extensión espacial y temporal de cada instancia que conforma el conjunto del proyecto agrupado, así como la titularidad de las emisiones de GEI asociadas, deberán ser descritas claramente y por separado en el PDD para cada instancia. Adicionalmente, las reducciones de emisiones de GEI logradas y proyectadas a lo largo del período de acreditación deberán ser disgregadas individualmente por instancia, y se deberá reportar también la suma acumulada.

Debe tenerse en cuenta, tal como se indica en el **Protocolo de Cercarbono**, que la adición de instancias a proyectos agrupados, posterior a la fecha de inicio del PMCC, no cambia la fecha de terminación del mismo ni modifica las fechas y períodos de acreditación otorgables según la fecha de terminación y la vida útil de las instalaciones inicialmente implementadas, es decir que todas las actividades incluidas terminarán ya sea en la fecha de terminación de su vida útil, en la fecha de terminación del PMCC, o en la fecha en que termine el último período de acreditación otorgable, lo que ocurra primero.

Los requisitos de monitoreo asociados a estas iniciativas deberán ser cumplidos por todas las instancias agrupadas.

Además de los lineamientos descritos anteriormente, en cualquier caso, se deben atender los requisitos sobre proyectos agrupados descritos en la versión vigente del **Protocolo de Cercarbono**.

## 11 Incertidumbre

En adición a lo establecido en la sección: **Incertidumbre** del documento **Procedimientos del programa de certificación de Cercarbono**, relativo a la forma de cuantificar y tratar la incertidumbre en los resultados de medición y en otros parámetros de monitoreo, el PMCC deberá realizar una evaluación de incertidumbre durante las fases de planeación e implementación, acorde con los lineamientos de los anexos A.3.5, A.3.6 y A.3.8 de ISO 14064-2:2019 o las secciones o anexos correspondientes que los sustituyan en versiones posteriores de dicho estándar.

El titular del PMCC deberá buscar la reducción de la incertidumbre de la información relacionada con la iniciativa.

## 12 Contribuciones a los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas

En el marco del programa de certificación voluntaria de carbono de Cercarbono, los PMCC deben reportar las contribuciones a los ODS mediante la **Herramienta de Cercarbono para reportar aportes de iniciativas de mitigación del cambio climático a los Objetivos de**

**Desarrollo Sostenible.** La revisión de la aplicación de esta herramienta será parte del proceso de verificación. La Rúbrica de la Herramienta ODS deberá ser debidamente firmada por el OVV a cargo de la verificación.

Los PMCC que implementen adecuadamente la Herramienta ODS de Cercarbono tendrán un sello diferenciador disponible en el certificado de retiro y en la plataforma de EcoRegistry.

## 13 Salvaguardas

Se debe revisar que el PMCC no genere daño neto, de acuerdo con el documento de **Principios y procedimientos de salvaguarda del programa de certificación de Cercarbono**.

## 14 Monitoreo del PMCC

Toda la información y los datos asociados al PMCC deben ser susceptibles de validación y verificación, bajo los lineamientos de ISO 14064-3:2019 y el **Protocolo de Cercarbono**. Adicionalmente, toda la información colectada como parte del plan de monitoreo deberá ser archivada electrónicamente y almacenarse para posibles consultas en un futuro por al menos cuatro años después del término del período de acreditación.

### 14.1 Descripción del plan de monitoreo

El titular del PMCC debe contar con toda la información necesaria para evidenciar que los resultados y las aseveraciones relacionadas en el proyecto cumplen todos los principios y se alinean con los requisitos metodológicos del presente documento, con los señalados en el **Protocolo de Cercarbono** y en los **Procedimientos** y en los anexos A.3.5, A.3.6 y A.3.8 de ISO 14064-2:2019 o las secciones o anexos correspondientes que los sustituyan en versiones posteriores de dicho estándar, referentes a la cuantificación de reducción de emisiones, gestión de la calidad de los datos y documentación del PMCC.

Las mediciones necesarias para el monitoreo de variables que así lo requieran, ya sea directas para las variables específicas, o indirectas para permitir el cálculo de la variable a monitorear, deberán realizarse utilizando equipo e instrumentación calibrado de acuerdo con los estándares y prácticas relevantes de la industria, según lo requerido por documentos metodológicos relevantes a la implementación del PMCC o siguiendo las recomendaciones del fabricante, según aplique.

La frecuencia de calibración deberá ser acorde con las recomendaciones del fabricante o estándares normativos aplicables. La frecuencia mínima de calibración en ausencia de tales referencias será anual.

Para el caso de mediciones derivadas de análisis en laboratorios o reportadas por el proveedor, se supondrá que los medidores involucrados cumplen con lo anterior, siempre y cuando se cuente en las organizaciones correspondientes con un sistema de calidad de producto o servicio establecido vigente y certificado.

El responsable del PMCC debe desarrollar e implementar un plan de monitoreo, que debe cumplir las condiciones señaladas en la versión vigente del **Protocolo de Cercarbono**,

sección: **Monitoreo del PMCC** y el numeral 6.10 de la Norma ISO 14064-2:2019, referido al mismo tema.

### 14.2 Datos o parámetros controlados

Los datos y parámetros que requieren ser monitoreados se presentan en la **Tabla 3**.

**Tabla 3.** Variables y parámetros que requieren ser monitoreados.

Variable/parámetro/dato		Unidades	Origen del dato	Procedimiento de medición	Valor aplicado o periodicidad
<b>BLIC</b>	Capacidad instalada de generación hidroeléctrica previo a la implementación del PMCC.	W	Información del PMCC en sitio.	N/A	Capacidad instalada de acuerdo con especificaciones de tecnólogo, datos de placa o estándares reconocidos.
<b>BLSA</b>	Área de los embalses que integran el PMCC previo a su implementación, medida en la superficie del agua cuando se encuentran llenos.	m <sup>2</sup>	Información del PMCC en sitio.	N/A	Resultados de medición a partir de levantamientos topográficos, mapas, información satelital u otros medios.
<b>CIC</b>	Capacidad instalada de generación hidroeléctrica después de la implementación del PMCC.	W	Información en sitio.	La capacidad instalada debe determinarse de acuerdo con información del fabricante, registros de pruebas de aceptación y puesta en servicio o según estándares reconocidos.	Al inicio de cada período de acreditación.
<b>CSA</b>	Área de los embalses que integran el PMCC después de su implementación, medida en la superficie del agua cuando se encuentran llenos.	m <sup>2</sup>	Información en sitio.	Mediciones realizadas mediante levantamientos topográficos, mapas, información satelital u otros medios.	Al inicio de cada período de acreditación.
<b>EFES<sub>t</sub></b>	Factor de emisión del sistema eléctrico al cual suministra energía	tCO <sub>2</sub> e/MWh	Para sistemas eléctricos tipo SIN, cálculos con base en registros de operación y	No aplica, se trata de cálculos a partir de registros de medición.	Para cada período de monitoreo.

Variable/parámetro/dato		Unidades	Origen del dato	Procedimiento de medición	Valor aplicado o periodicidad
	eléctrica el PMCC en el período $t$ .		planeación de nueva capacidad del sector eléctrico o bien de publicación de organismo regulador, siempre que se calcule de acuerdo con los lineamientos de la versión vigente de la Herramienta metodológica del MDL <i>Tool 07</i> .  Para sistemas eléctricos tipo ZNI, calculado con base en la <b>Ecuación 8</b> .		
<b><math>EGF_{BC,t}</math></b>	Flujo de fluido geotérmico de salida de la planta geotérmica en el período $t$ .	$t$ fluido	Medición directa en planta.	Se utilizan medidores de flujo específicamente diseñados para el fluido geotérmico relevante (una fase o dos fases). Se podrán integrar mediciones de diversos puntos según la configuración del sistema de recolección y conducción, garantizando que la medición reportada represente el flujo total de salida de la planta en ciclo binario objeto del PMCC y que la misma se ajuste a estándares internacionales.	Continua, con integración diaria.
<b><math>FFE_{c,t}</math></b>	Factor de emisión promedio para el combustible fósil tipo $c$ utilizado en el período $t$ .	$tCO_2e/MJ$	IPCC.	N/A	Valor promedio de factor de emisión de combustible descrito para uso energético.
<b><math>FFHV_{c,t}</math></b>	Poder calorífico inferior promedio del combustible fósil tipo $c$	$MJ/Unidad\ de\ volumen\ o\ masa$	Resultado de análisis de combustible fósil por un laboratorio certificado o dato del proveedor, o referencia	N/A	Resultado de análisis de laboratorio certificado o del proveedor, o el establecido en fuente

Variable/parámetro/dato		Unidades	Origen del dato	Procedimiento de medición	Valor aplicado o periodicidad
	utilizado en el período $t$ .		universalmente aceptada (p.ej., IPCC, API) que permita validar que se trata de un combustible de características idénticas al descrito, o bien aquellos valores aplicables por disposición oficial.		de referencia universalmente aceptada en ausencia de este.
$FFZN_{c,k,t}$	Combustible fósil tipo $c$ utilizado para la generación de energía eléctrica por la planta cautiva $k$ en el período $t$ . En caso de combustibles gaseosos, los valores se deberán reportar normalizados <sup>17</sup> . (Ver nota en la <b>Sección 7.2.2</b> ).	<i>Unidades de volumen o masa</i>	Mediciones o integración de reportes de lecturas.	Se utilizan medidores específicos para flujos de líquidos o gases, o bien en el caso de combustibles líquidos puede emplearse la integración de lecturas de escalas graduadas en tanques de almacenamiento. En caso de suministro de una sola fuente para un solo uso (generación de energía eléctrica), podrá utilizarse el registro de facturación y medición elaborado por el proveedor del combustible.	Continua. En caso de escalas graduadas, los registros de lectura no deberán tener un intervalo mayor a 24 horas entre registros consecutivos.
$GFMF_{CH_4,t}$	Fración molar de $CH_4$ presente en fluido geotérmico producido en el período $t$ . Aplicable a proyectos geotérmicos operando con ciclo binario.	$tCH_4/$ $t fluido$	Resultado de análisis de laboratorio certificado.	Deberá realizarse en los pozos productores o previo al ingreso a separadores de planta de generación, utilizando ASTM E1675 <sup>18</sup> para el muestreo de fluido geotérmico bifásico con propósito de análisis químico en el caso de la fase vapor. El muestreo se hace recolectando	Trimestral, cuando menos.

<sup>17</sup> Por “normalizados” se entiende en esta metodología que todos los valores de volúmenes utilizados se expresen considerando las mismas presiones y temperaturas de referencia (p.ej., condiciones estándar, condiciones API u otro sistema de referencia aplicable, explicando claramente lo anterior incluidos los valores de presión y temperatura relacionados con el sistema de referencia empleado en todos los documentos relacionados).

<sup>18</sup> ASTM International, Standard Practice for Sampling Two-Phase Geothermal Fluid for Purposes of Chemical Analysis, disponible en: [www.astm.org](http://www.astm.org).

Variable/parámetro/dato		Unidades	Origen del dato	Procedimiento de medición	Valor aplicado o periodicidad
				muestras de gases no condensables de la línea de vapor principal con recipientes que contienen una solución de disolvente y antioxidante. El CO <sub>2</sub> se disuelve mientras el resto de los compuestos permanece en fase gaseosa, la cual se analiza mediante cromatografía para determinar el contenido de gases residuales, incluyendo al CH <sub>4</sub> . Los alcanos deberán ser reportados en términos de metano bajo esta técnica.	
<b><i>GFMF<sub>CO2,t</sub></i></b>	Fracción másica de CO <sub>2</sub> presente en fluido geotérmico producido en el período <i>t</i> . Aplicable a proyectos geotérmicos operando con ciclo binario.	<i>tCO<sub>2</sub>/t fluido</i>	Resultado de análisis de laboratorio certificado.	Deberá realizarse en los pozos productores o previo al ingreso a separadores de planta de generación, utilizando ASTM E1675 <sup>19</sup> para el muestreo de fluido geotérmico bifásico con propósito de análisis químico en el caso de la fase vapor. El muestreo se hace recolectando muestras de gases no condensables de la línea de fluido térmico principal con recipientes que contienen una solución de disolvente y antioxidante. El CO <sub>2</sub> se disuelve mientras el resto de los compuestos permanece en fase gaseosa, la cual se analiza mediante cromatografía	Trimestral, cuando menos.

<sup>19</sup> ASTM International, Standard Practice for Sampling Two-Phase Geothermal Fluid for Purposes of Chemical Analysis, disponible en: [www.astm.org](http://www.astm.org).

Variable/parámetro/dato		Unidades	Origen del dato	Procedimiento de medición	Valor aplicado o periodicidad
				para determinar el contenido de gases residuales, incluyendo al CH <sub>4</sub> . Los alcanos deberán ser reportados en términos de metano bajo esta técnica, determinando el contenido de CO <sub>2</sub> por balance de materia.	
<b><i>GSMF<sub>CH<sub>4</sub>,t</sub></i></b>	Fracción másica de CH <sub>4</sub> presente en vapor geotérmico producido en el período <i>t</i> . Aplicable a proyectos geotérmicos operando con vapor seco o vapor <i>flash</i> .	<i>tCH<sub>4</sub>/t vapor</i>	Resultado de análisis de laboratorio certificado.	Deberá realizarse en los pozos productores o previo al ingreso a separadores de planta de generación, utilizando ASTM E1675 <sup>20</sup> para el muestreo de fluido geotérmico bifásico con propósito de análisis químico en el caso de la fase vapor. El muestreo se hace recolectando muestras de gases no condensables de la línea de vapor principal con recipientes que contienen una solución de disolvente y antioxidante. El CO <sub>2</sub> se disuelve mientras el resto de los compuestos permanece en fase gaseosa, la cual se analiza mediante cromatografía para determinar el contenido de gases residuales, incluyendo al CH <sub>4</sub> . Los alcanos deberán ser reportados en términos de metano bajo esta técnica.	Trimestral, cuando menos.
<b><i>GSMF<sub>CO<sub>2</sub>,t</sub></i></b>	Fracción másica de CO <sub>2</sub> presente en	<i>tCO<sub>2</sub>e/t vapor</i>	Resultado de análisis de laboratorio certificado.	Deberá realizarse en los pozos productores o previo al ingreso a	Trimestral, cuando menos.

<sup>20</sup> ASTM International, Standard Practice for Sampling Two-Phase Geothermal Fluid for Purposes of Chemical Analysis, disponible en: [www.astm.org](http://www.astm.org).

Variable/parámetro/dato		Unidades	Origen del dato	Procedimiento de medición	Valor aplicado o periodicidad
	vapor geotérmico producido en el período $t$ . Aplicable a proyectos geotérmicos operando con vapor seco o vapor <i>flash</i> .			separadores de planta de generación, utilizando ASTM E1675 <sup>21</sup> para el muestreo de fluido geotérmico bifásico con propósito de análisis químico en el caso de la fase vapor. El muestreo se hace recolectando muestras de gases no condensables de la línea de vapor principal con recipientes que contienen una solución de disolvente y antioxidante. El CO <sub>2</sub> se disuelve mientras el resto de los compuestos permanece en fase gaseosa, la cual se analiza mediante cromatografía para determinar el contenido de gases residuales, incluyendo al CH <sub>4</sub> . Los alcanos deberán ser reportados en términos de metano bajo esta técnica, determinando el contenido de CO <sub>2</sub> por balance de materia.	
$GSP_t$	Producción de vapor geotérmico enviado a instalación de generación eléctrica en el período $t$ .	$t$ vapor	Medición directa en campo o planta.	Se utilizan medidores de flujo específicamente diseñados para el fluido geotérmico relevante (una fase o dos fases). Se podrán integrar mediciones de diversos puntos según la configuración del sistema de recolección y conducción, garantizando que la medición reportada	Continua, con integración diaria.

<sup>21</sup> ASTM International, Standard Practice for Sampling Two-Phase Geothermal Fluid for Purposes of Chemical Analysis, disponible en: [www.astm.org](http://www.astm.org).

Variable/parámetro/dato		Unidades	Origen del dato	Procedimiento de medición	Valor aplicado o periodicidad
				represente el flujo de vapor total hacia las instalaciones objeto del PMCC y que la misma se ajuste a estándares internacionales.	
<b><i>GWP<sub>CH4</sub></i></b>	Potencial de calentamiento global de CH <sub>4</sub> válido para el período de estimación de emisiones correspondiente.	<i>tCO<sub>2</sub>e/tCH<sub>4</sub></i>	IPCC o valor definido para uso obligatorio por autoridad reguladora.	N/A	De acuerdo con lo indicado en las comunicaciones y documentos relativos de Cer-carbono, de la temporalidad que corresponda al período de monitoreo de acuerdo con las directrices del IPCC o según lo dicte la regulación respectiva aplicable.
<b><i>GWP<sub>WF</sub></i></b>	Potencial de calentamiento global del fluido de trabajo del ciclo geotérmico binario, válido para el período de estimación de emisiones correspondiente.	<i>tCO<sub>2</sub>e/ t fluido de trabajo</i>	IPCC o valor definido para uso obligatorio por autoridad reguladora.	N/A	De acuerdo con lo indicado en las comunicaciones y documentos relativos de Cer-carbono, de la temporalidad que corresponda al período de monitoreo de acuerdo con las directrices del IPCC, o según lo dicte la regulación respectiva aplicable.
<b><i>HREF</i></b>	Factor de emisión por defecto para embalses de plantas hidroeléctricas.	<i>kgCO<sub>2</sub>e/MWh</i>	Resolución en reunión EB 23 del MDL o la que la sustituya.	N/A	90 kgCO <sub>2</sub> e/ MWh o el que lo sustituya.
<b><i>IGF<sub>BC,t</sub></i></b>	Flujo de fluido geotérmico de ingreso a planta	<i>t fluido</i>	Medición directa en campo o planta.	Se utilizan medidores de flujo específicamente diseñados para el fluido geotérmico relevante (una fase o	Continua, con integración diaria.

Variable/parámetro/dato		Unidades	Origen del dato	Procedimiento de medición	Valor aplicado o periodicidad
	geotérmica en el período $t$ .			dos fases). Se podrán integrar mediciones de diversos puntos según la configuración del sistema de recolección y conducción, garantizando que la medición reportada represente el flujo total hacia la planta en ciclo binario objeto del PMCC y que la misma se ajuste a estándares internacionales.	
<b><i>NPGA<sub>t</sub></i></b>	Energía eléctrica neta generada y suministrada por las plantas o unidades que constituyen la capacidad incrementada en el PMCC al sistema eléctrico (ya sea SIN o ZNI) en el período $t$ . Aplica para incremento de capacidad en instalaciones eólicas, solares o marinas.	<i>MWh</i>	Registros de medidores empleados para la determinación o medición directa de este parámetro con fines de su entrega a la red, descontando la generación penalizada, en su caso.	Se utilizan medidores específicos para contabilización de flujos de energía exclusivamente de las unidades o módulos o plantas que constituyen la capacidad incrementada.	Continua con registro horario.
<b><i>NPGH<sub>t</sub></i></b>	Energía eléctrica histórica neta anual generada y suministrada por las plantas o unidades existentes previo a la implementación del PMCC al sistema eléctrico (ya sea SIN o ZNI), ajustada para representar la	<i>MWh</i>	Cálculo de acuerdo con registros de generación eléctrica en la modalidad seleccionada de entre aquellas descritas en la <b>Sección 7.2.1.2.</b>	N/A	Resultado de cálculo, o bien <b><i>NPGH<sub>t</sub></i> = 0</b> si la instalación no operó durante los cinco años calendario anteriores al del inicio de una rehabilitación.

Variable/parámetro/dato		Unidades	Origen del dato	Procedimiento de medición	Valor aplicado o periodicidad
	correspondiente al período $t$ .				
<b><i>NPGP<sub>t</sub></i></b>	Energía eléctrica neta generada y suministrada por las plantas o unidades del PMCC al sistema eléctrico (ya sea SIN o ZNI) en el período $t$ .	<i>MWh</i>	Registros de medidores empleados para la determinación o medición directa de este parámetro en plantas de generación del PMCC, con fines de entrega a la red, descontando la generación penalizada, en su caso.	Se utilizan medidores específicos para contabilización de flujos de energía. El valor en caso de medición directa de la generación total, deberá efectuarse de acuerdo con la modalidad de implementación, para representar únicamente la generación neta que aporta la implementación del PMCC al sistema eléctrico (tipo SIN o ZNI) relevante.	Continua con registro horario.
<b><i>TEPG<sub>t</sub></i></b>	Energía eléctrica total generada por el PMCC, incluyendo la energía eléctrica suministrada al sistema eléctrico relevante (tipo SIN o ZNI), así como la energía eléctrica consumida internamente en el período $t$ .	<i>MWh</i>	Registros de medidores empleados para la determinación o medición directa de la generación bruta de energía eléctrica.	Se utilizan medidores específicos para contabilización de flujos de energía en los bornes de los generadores eléctricos.	Continua con registro horario.
<b><i>WFLR<sub>t</sub></i></b>	Fugas/repuesto de fluido de trabajo en el período $t$ .	<i>t fluido de trabajo</i>	Medición directa en planta.	Generalmente se cuenta con recipientes que permiten la inyección de volúmenes medidos de fluido de trabajo al sistema, por lo cual el registro de la cantidad de fluido de trabajo repuesto y la evidencia de que se utilizó en la unidad o planta objeto del PMCC se tomarán como referencias	En cada evento de reinyección o reposición de fluido de trabajo.

Variable/parámetro/dato	Unidades	Origen del dato	Procedimiento de medición	Valor aplicado o periodicidad	
			válidas. La medición de las fugas no se considera una opción práctica, ya que pueden ocurrir inesperadamente en cualquier punto del sistema.		
$ZNPG_{k,t}$	Energía eléctrica generada por la planta cautiva $k$ en el período $t$ .	$MWh$	Registros de medidores empleados para la determinación o medición directa de este parámetro con fines de su entrega a la red, descontando la generación penalizada <sup>22</sup> , en su caso.	Se utilizan medidores específicos para contabilización de flujos de energía para cada unidad o planta de las que aportan energía eléctrica a la ZNI durante el período de monitoreo.	Continua.
$\sigma_h$	Desviación estándar de la energía eléctrica neta anual generada y suministrada por las plantas o unidades existentes previo a la implementación del PMCC al sistema eléctrico (ya sea SIN o ZNI).	$MWh$	Cálculo de acuerdo con registros de generación eléctrica en la modalidad seleccionada de entre aquellas descritas en la <b>Sección 7.2.1.2.</b>	N/A	Resultado de cálculo.

### 14.3 Monitoreo de aportes a los Objetivos de Desarrollo Sostenible

El monitoreo de aportes a los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas se realiza según la **Herramienta de Cercarbono para reportar aportes de iniciativas de mitigación del cambio climático a los Objetivos de Desarrollo Sostenible.**

## 15 Participación efectiva

El PMCC debe garantizar y demostrar una participación de las partes interesadas (especialmente sobre las cuales su implementación u operación pueda tener un impacto ambiental, social o económico para su desarrollo o forma de vida), cuyo soporte puede estar documentado en el otorgamiento de licencias ambientales y de otros tipos en los términos y en

<sup>22</sup> Generación de energía eléctrica enviada a la red, la cual es considerada como “no entregada” para efectos de pago de bloques de energía enviados al sistema.

cumplimiento de la ley del país donde se implemente el PMCC, o mediante la documentación de dichas interacciones o consultas.

El PMCC debe contar con un protocolo de participación que incluya:

- Un mapa de actores, es decir, un mapa institucional de las demás estructuras de gobernanza o instituciones y líderes asociados a la toma de decisiones en territorio, asociados a las actividades del PMCC.
- Decisiones consensuadas con las estructuras de gobernanza local.
- Trazabilidad de los procesos de consenso.
- Manejo de peticiones, quejas, reclamaciones y solicitudes y su trazabilidad.
- Un cronograma marco de reuniones para la toma de decisiones del PMCC.
- Un protocolo para el manejo de conflictos.

Además de lo señalado anteriormente, el PMCC debe atender los lineamientos descritos sobre participación efectiva y sobre el principio de no generar daño neto, en la versión vigente del **Protocolo de Cercarbono**.

Deben describirse en el Documento de Descripción del Proyecto (PDD), cuando se requiera, los resultados de las consultas entre los propietarios y participantes del PMCC.

## 16 Consulta a las partes interesadas

La consulta a las partes interesadas en esta metodología se debe realizar de acuerdo con los lineamientos descritos en la versión vigente del **Protocolo de Cercarbono**, sección: **Consultas públicas de los PMCC** y en los documentos de referencia aplicables.

Todos los registros y resultados del proceso de la consulta pública se encuentran almacenados y son administrados por Cercarbono.

## 17 Gestión de la información

El titular del PMCC debe establecer y aplicar procedimientos de gestión de la calidad acordes con los principios de esta metodología para recibir, administrar y controlar los datos, bases de datos y la información, incluyendo la evaluación de la incertidumbre, pertinente para los escenarios de línea base y de proyecto y actividades de monitoreo<sup>23</sup>.

El titular del PMCC debería reducir, en la medida de lo posible, las incertidumbres relacionadas con la cuantificación de reducciones de emisiones de GEI. Así, se deberá identificar y dar tratamiento debido a los errores u omisiones detectados y generar y mantener evidencia documental al respecto.

El titular del PMCC debe aplicar criterios y procedimientos de seguimiento, en los que se lleven a cabo revisiones o auditorías coherentes, internas al PMCC, para asegurar la exactitud

---

<sup>23</sup> El titular del PMCC puede aplicar los principios de la Norma ISO 9001 y la Norma ISO 14033 para la gestión de la calidad de los datos, a saber: relevancia, credibilidad, consistencia, comparabilidad, transparencia, completitud, validez, pertinencia y materialidad.

de la cuantificación de la reducción de emisiones de GEI, de acuerdo con el plan de monitoreo.

Cuando se emplean equipos de medición y seguimiento, el titular del PMCC debe asegurarse de que se utiliza equipo de seguimiento y medición calibrado o verificado y se da mantenimiento al mismo según sea apropiado.

Así mismo, el titular del PMCC deberá asegurar que todo el personal involucrado con el manejo de instrumentos de medición y de los datos monitoreados, cuenta con las capacidades y conocimientos necesarios. De ser necesario, deberá capacitarse a dicho personal.

Todos los datos y la información relacionados con el seguimiento del PMCC deberán registrarse y documentarse.

## 18 Documentación del PMCC

Es necesario conservar toda la documentación y los registros generados para demostrar que la actividad del PMCC se ha implementado realmente tal como fue diseñada. Cualquier desviación de la implementación con respecto al diseño se debe justificar técnicamente y demostrarse que cumple con los lineamientos, condiciones y procedimientos de esta metodología.

El titular del PMCC debe tener documentación que demuestre la conformidad del proyecto de GEI con los requisitos de este documento. Esta documentación debe ser coherente con las necesidades de validación y verificación del programa de certificación voluntaria de carbono de Cercarbono.

## 19 Régimen de transición del uso de otras versiones de la metodología

Una vez la presente metodología esté publicada en el sitio web de Cercarbono, los titulares de PMCC deben utilizarla para generar sus créditos de carbono por la reducción de emisiones de GEI alcanzada por el mismo.

Se debe tener en cuenta un régimen de transición entre la metodología o lineamiento inicialmente utilizado y la presente metodología. Para esto, se tendrá en cuenta el nivel de avance del PMCC a lo largo del ciclo de proyecto definido por Cercarbono, compuesto por cinco etapas (tal como se referencian en la versión actual del **Protocolo de Cercarbono**). De acuerdo con la etapa en la que se encuentre el PMCC se debe considerar lo siguiente:

- Si el PMCC se encuentra en la Etapa 1 o 2 (formulación o comentarios públicos), el PMCC debe integrar completamente la última versión de la metodología.
- Si el PMCC se encuentra en la Etapa 3, 4 o 5 (validación, verificación o certificación), el PMCC podrá implementar la versión de la metodología que inicialmente eligió del programa diferente a Cercarbono, si esta está vigente y autorizada por Cercarbono; de lo contrario debe utilizar la presente versión de la metodología. De encontrarse en la Etapa 5, los créditos se emitirán con base en la metodología seleccionada inicialmente (incluyendo de un programa diferente a Cercarbono), siempre y cuando esta esté vigente y autorizada por Cercarbono.

## 20 Validación y verificación del PMCC

Los requisitos de los procesos de validación y verificación adicionales a los lineamientos técnicos de esta metodología se exponen en la versión vigente del **Protocolo de Cercarbono** y el documento de **Procedimientos**.

## 21 Referencias

Cercarbono. (2024a). *Guía para la presentación y análisis de la cartografía*. Versión 1.0. Disponible en: [www.cercarbono.com](http://www.cercarbono.com).

Cercarbono. (2024b). *Procedimientos del programa de certificación de Cercarbono*. Versión 2.2. Disponible en: [www.cercarbono.com](http://www.cercarbono.com).

Cercarbono. (2024c). *Protocolo de Cercarbono para la certificación voluntaria de carbono*. Versión 4.4. Disponible en: [www.cercarbono.com](http://www.cercarbono.com).

Cercarbono. (2023a). *Principios y procedimientos de salvaguarda del programa de certificación de Cercarbono*. Versión 1.1. Disponible en: [www.cercarbono.com](http://www.cercarbono.com).

Cercarbono. (2023b). *Términos y definiciones del programa de certificación voluntaria de Cercarbono*. Versión 3.1. Disponible en: [www.cercarbono.com](http://www.cercarbono.com).

Cercarbono. (2022a). *Herramienta de Cercarbono para la demostración de la adicionalidad de iniciativas de mitigación del cambio climático*. Versión 2.0.1. Disponible en: [www.cercarbono.com](http://www.cercarbono.com).

Cercarbono. (2022b). *Herramienta de Cercarbono para reportar aportes de iniciativas de mitigación del cambio climático a los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Versión 1.3. Disponible en: [www.cercarbono.com](http://www.cercarbono.com).

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). (2006). *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*. Volumen 2: Energía. Disponible en: [kutt.it/FlkvvF](http://kutt.it/FlkvvF).

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). (2000). *Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*. Disponible en: [kutt.it/VqGhVF](http://kutt.it/VqGhVF).

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*.

ISO 14064-3:2019. *Greenhouse gases - Part 3: Specification with guidance for the verification and validation of greenhouse gas statements*.

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). *ACM0002 Large-scale Consolidated Methodology: Grid-connected electricity generation from renewable sources*. Version 20.0. Clean Development Mechanism. Disponible en: [kutt.it/PnuMLo](http://kutt.it/PnuMLo).

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). *AM0103 Renewable energy power generation in isolated grids*. Disponible en: [kutt.it/5t7csl](http://kutt.it/5t7csl).

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). *Tool 03 Tool to calculate project or leakage CO2 emissions from fossil fuel combustion.* Clean Development Mechanism. Disponible en: [kutt.it/SC1mf4](http://kutt.it/SC1mf4).

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). *Tool 05 Baseline, project and/or leakage emissions from electricity consumption and monitoring of electricity generation.* Clean Development Mechanism. Disponible en: [kutt.it/22Hbks](http://kutt.it/22Hbks).

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). *Tool 07 Tool to calculate the emission factor for an electricity system.* Clean Development Mechanism. Disponible en: [kutt.it/xzd3Cn](http://kutt.it/xzd3Cn).

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). *Tool 10 Tool to determine the remaining lifetime of equipment.* Clean Development Mechanism. Disponible en: [kutt.it/lxVYmW](http://kutt.it/lxVYmW).

## 22 Historia del documento

Versión	Fecha	Comentarios/cambios
1.0	17.08.2020	Versión inicial desarrollada por el equipo técnico de Cercarbono con la contribución de asesoría experta, sometida a consulta pública del 01.09.2020 al 16.09.2020.
1.1	31.03.2021	Versión final con comentarios integrados de la consulta pública y elementos adicionales complementarios.
2.0	26.06.2023	Versión actualizada por el equipo técnico de Cercarbono, con revisión sustancial de su contenido, para su evaluación por una tercera parte experta independiente.
2.1	12.04.2024	Versión actualizada con comentarios de la evaluación de tercera parte experta independiente, sometida a consulta pública del 12.04.2024 al 31.05.2024.
2.2	05.08.2024	Versión final para publicación en el sitio web, con comentarios integrados de la consulta pública y elementos adicionales complementarios.