



# **Metodología Para Remoción De GEI En Plantaciones Forestales, Sistemas Agroforestales Y Actividades Agrícolas**

**Versión 3.0**

# Metodología Para Remoción De Gases De Efecto Invernadero En Plantaciones Forestales, Sistemas Agroforestales Y Actividades Agrícolas

*Versión 3.0*

® Canal Clima – COLCX

No es permitida la reproducción parcial o total de este documento o su uso en cualquier forma o por cualquier medio, electrónico o mecánico, incluyendo escaneo, fotocopiado y microfilmación, sin el permiso de Canal Clima - COLCX. Derechos reservados.

## CONTENIDO

1	DEFINICIONES	4
2	OBJETIVOS	5
3	ALCANCE	5
4	ACTIVIDADES APLICABLES	6
5	CONDICIONES DE APLICABILIDAD	6
6	ELEGIBILIDAD	7
7	ADICIONALIDAD	7
8	LÍMITES TEMPORALES Y ESPACIALES	8
8.1	Límites Temporales	8
8.1.1	Fecha de Inicio del Proyecto	8
8.1.2	Periodo retroactivo	8
8.2	Límites Espaciales	9
8.3	Proyectos agrupados	9
9	RESERVORIOS APLICABLES	10
10	FUENTES DE EMISIÓN	11
11	LÍNEA BASE	13
11.1	Factores de emisión	13
11.2	Escenario de línea base	15
12	ESCENARIO DE FORMULACIÓN	15
12.1	Estratificación.	16
12.1.1	Variables pre-estratificación	16
12.1.2	Variables post-estratificación	16
12.2	Cuantificación de las emisiones de GEI	18
12.2.1	Emisiones provocadas por aprovechamiento forestal o actividades para replantación de cultivos de palma.	18
12.2.2	Emisiones debidas al uso de maquinaria en el aprovechamiento y procesamiento de madera.	20
12.3	Cálculo de las remociones proyectadas	21
13	ESCENARIO DE IMPLEMENTACIÓN	22
14	PLAN DE MONITOREO	22
14.1	Datos y parámetros para monitorear	23

14.2	Mecanismos de monitoreo.....	23
15	GESTION DE RIESGOS DE REVERSION, RESGOS DE NO PERMANENCIA	23
16	INCERTIDUMBRE .....	24
17	CONTRIBUCIÓN A LOS ODS .....	24

## **TABLAS**

Tabla 1	Reservorios aplicables a actividades de Forestación, Reforestación y Revegetación.....	10
Tabla 2	Fuentes de emisión en actividades FRR.....	12
Tabla 3	Determinación de estratos según volumen disponible en el proyecto. ...	17

## 1 DEFINICIONES

- **Aprovechamiento Forestal Sostenible:** Tratamiento silvicultural que consistente en la tala de individuos arbóreos de manera que se garantice la permanencia de los recursos maderables para las generaciones futuras. Para que el aprovechamiento forestal sea sostenible se deben tener en cuenta criterios técnicos y legales los cuales dependerán del tipo de bosque y el contexto normativo del país anfitrión.
- **Cambio de uso del suelo:** es la transformación del uso actual del suelo que se le da a una determinada cobertura o terreno. Esta afecta directamente factores geográficos, económicos, políticos, sociales, demográficos y culturales.
- **Cultivos arbustivos permanentes:** son aquellas coberturas constituidas por cultivos de especies de hábito arbustivo principalmente. Entendiendo como arbusto a aquella planta perenne, con tallo leñoso, altura entre 0.5 y 5 m y las cuales pueden presentar una fuerte ramificación en su base.<sup>1</sup>
- **Cultivos frutales:** para efectos de esta metodología, son aquellas áreas diferentes de los cultivos arbustivos permanentes en las cuales predominan especies de hábito arbóreo, incluyendo los árboles de mediano porte como cacao (*Theobroma cacao* L.), copoazú (*Theobroma grandiflorum* (Wild. ex Spreng.) K. Schum.), entre otros, que presentan similares características (altura y copa bien definida). Estos son implementados fundamentalmente para la obtención de frutos.
- **Cultivos de palma:** Consiste en el cultivo de palma africana (*Elaeis* spp.) para la obtención de aceite.
- **Forestación:** plantación o siembra de individuos arbóreos en áreas donde no ha existido presencia histórica de cobertura vegetal.
- **Plantaciones forestales:** cobertura de origen antropogénico constituida de vegetación arbórea con fines del manejo forestal que tienen uno o múltiples objetivos de producción (por ejemplo, la producción de madera, productos forestales no maderables u otros bienes y servicios ecosistémicos). Se pueden establecer en diferentes áreas siempre y cuando la aptitud del suelo sea adecuada para su establecimiento. Pueden estar conformadas por una sola especie o por la mezcla de más de una.
- **Replantación de cultivos de palma:** Actividad que busca mejorar la productividad del cultivo posterior a efectos como altura del cultivo, reducción en tamaño, peso en los racimos y muerte de los individuos por plagas y enfermedades. Estas acciones generan emisiones de GEI.

---

<sup>1</sup> IDEAM (2010). Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D. C., 72 p.

- **Reforestación:** plantación o siembra de individuos arbóreos en áreas donde ya existía cobertura forestal (bosque o plantación forestal), la cual ha sido transformada para el desarrollo de actividades de otra índole.
- **Sistemas agroforestales:** áreas con presencia de arreglos multipropósito (para la obtención de fibras, forrajes, frutos, entre otros), que presentan combinaciones de especies forestales arbustivas y agrícolas de tipo herbáceo, arbustivo o arbóreo. Estos arreglos se presentan como una asociación de cultivos permanentes y semipermanentes (por ejemplo, cacao, café y frutales mezclados con especies forestales), las cuales comparten una misma área geográfica de producción. Las especies forestales implementadas dentro de este sistema pueden actuar como barreras rompeviento, cercas vivas o como sombríos para las especies arbustivas o herbáceas que se implementan en combinación de estas.
- **Suelos orgánicos:** suelos que contienen como mínimo 12% de carbono orgánico en su composición. Se pueden identificar por el espesor de su horizonte orgánico y al no encontrarse saturados de agua.
- **Vegetación secundaria:** corresponde a un tipo de cobertura que ocurre posterior a la intervención o destrucción de un bosque natural ya sea por intervención del hombre o de manera natural. Esta cobertura se caracteriza por una sucesión vegetal primaria o secundaria, puede incluir elementos como relictos de bosque natural denso o fragmentado, áreas degradadas o arbustos en menos de un 30% del área de la unidad mínima de mapeo.

La ampliación de todos los términos relacionados con esta metodología se encuentra en la *Guía de términos y definiciones del programa COLCX*.

## 2 OBJETIVOS

Proporcionar a los titulares y proponentes una guía técnica para la formulación e implementación de Proyectos de Mitigación de GEI (PMGEI) basados en plantaciones forestales, sistemas agroforestales y actividades agrícolas.

## 3 ALCANCE

Esta metodología abarca criterios y procedimientos pertinentes para realizar:

- 1) Análisis de elegibilidad del proyecto
- 2) Identificación, cuantificación y seguimiento de fuentes, sumideros y reservorios de carbono
- 3) Determinación del escenario de línea base;
- 4) Análisis de adicionalidad
- 5) Cuantificación de las remociones de GEI que generan las actividades del alcance metodológico
- 6) Definición de mecanismos para el control de fugas
- 7) Criterios para el monitoreo del PMGEI

Esta metodología puede ser aplicada por cualquier tipo de entidad, persona o institución que pretenda establecer un proyecto para mitigar los efectos del cambio climático mediante actividades de remoción de GEI en adelante denominados PMGEI con base en actividades aplicables. Esta metodología es aplicable a Herramientas de Manejo del Paisaje que no se encuentren en áreas de bosque, como es el caso de cercas vivas, sistemas agroforestales y arboles dispersos en potreros. Para el caso de enriquecimientos forestales, se puede utilizar en conjunto con el módulo ARC de la metodología REDD+ en su versión vigente.

#### **4 ACTIVIDADES APLICABLES**

La presente metodología permite la formulación e implementación de PMGEI en el sector AFOLU, que incluyan mínimo alguna de las siguientes actividades, ya sea de monocultivos o cultivos mixtos:

- Plantaciones forestales maderables, no maderables y/o multipropósito
- Sistemas agroforestales
- Cultivos frutales
- Palma de aceite y otros cultivos de palma

Los proyectos que implementen esta metodología deben considerar los requisitos específicos establecidos por la normativa del país anfitrión.

#### **5 CONDICIONES DE APLICABILIDAD**

**Esta metodología es aplicable bajo las siguientes condiciones:**

- El (los) titular (es) del predio(s) son propietarios legales del área total donde se efectuará el PMGEI, y que poseen el derecho del uso de la tierra, libre de disputas legales o de otro tipo. Los documentos que pueden acreditar la titularidad, posesión, tenencia deben cumplir con los derechos que demuestren la propiedad del carbono según el contexto legal de cada país.
- Actividades que se desarrollen de acuerdo con los cumplimientos legales de cada país y región, y presenten planes de aprovechamiento o de gestión de producción que permitan reconocer la trazabilidad de la actividad.
- Áreas cuya aptitud de uso del suelo sea afín con la actividad elegible específica (la actividad específica hace referencia al tipo de cultivo). Se deben tener en cuentas las zonificaciones oficiales realizadas por el país anfitrión. Se debe tener en cuenta mapas de ecosistemas en su versión oficial reciente procedente de fuentes oficiales nacionales. En caso de tener diferencias edafoclimáticas del área del proyecto respecto a la zonificación se puede aportar información que muestre su aptitud de uso siempre y cuando esta sea específica al área y cuente con un respaldo de fuente reconocida y aval de un experto en aptitud de uso del suelo.
- Cuando se implementen Herramientas de Manejo del Paisaje (HMP), que incorporen el enriquecimiento forestal o de relictos, se puede hacer uso del Módulo ARC de la metodología REDD+ vigente.

### **Esta metodología no es aplicable bajo las siguientes condiciones:**

- Área con impactos ambientales graves que no pueden ser gestionados.
- Áreas con actividades aplicables en áreas que previamente eran vegetación secundaria, algún tipo de regeneración natural tendiente a ser bosque o bosque natural.
- Áreas en las cuales existan plantaciones o procesos de restauración ecológica o compensación establecidos por obligación legal.
- Proyectos que ya se encuentren registrados en otros programas de GEI o que tengan algún tipo de financiamiento por cuenta de pago por servicios ambientales u otras figuras de financiación por cuenta de servicios ecosistémicos.
- Establecimiento de actividades aplicables en áreas dominadas por ecosistemas naturales inundables periódicamente y/o con suelos orgánicos, por ejemplo: humedales, paramos, mangales, entre otros, que presentan suelos con alto contenido de materia orgánica.
- Lugares donde se incurra en violación a la ley.
- Áreas con siembras de especies catalogadas como invasoras.

## **6 ELEGIBILIDAD**

Para la elegibilidad del área de un PMGEI, se deben tener en cuenta los siguientes criterios:

- Demostrar la titularidad por parte de los proponentes del predio, territorio colectivo o los predios, mediante documentación legal que dé cuenta que los titulares son propietarios legales de la extensión de terreno total donde se efectuará el PMGEI o poseen el derecho del uso de la tierra, tenencia o posesión durante el tiempo de duración del proyecto; también se debe demostrar que estos predios no presentan disputas legales o de otro tipo que puedan poner en riesgo el PMGEI.
- Diez años previos a la fecha de inicio del proyecto no existía cobertura de bosque o de vegetación secundaria según las fuentes oficiales de cada país. Si no hay información disponible se puede realizar un análisis multitemporal con base en imágenes satelitales con nivel de resolución mayor a 30 metros, teniendo en cuenta la clasificación de coberturas de cada país<sup>2</sup>.
- No es elegible cualquier tipo de actividad en suelos frágiles u orgánicos o establecimiento de alguna actividad en ecosistemas catalogados como estratégicos, áreas protegidas o parques nacionales.

## **7 ADICIONALIDAD**

Para el programa COLCX el concepto de adicionalidad y el proceso para su evaluación se desarrolla basado en el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)<sup>3</sup>. Los mecanismos para demostración de la adicionalidad de un PMGEI son:

---

<sup>2</sup> Para Colombia esta clasificación es la CORINE Land Cover adaptada por el IDEAM.

<sup>3</sup> Para Colombia tener en cuenta los criterios de la Resolución 1447 de 2018.

- Identificación de escenarios alternativos de uso de la tierra al PMGEI
- Selección de Análisis de inversión y/o Análisis de Barreras
  - o *Análisis de Inversión*: Determinar si las actividades propuestas por el PMGEI presentan viabilidad financiera, sin tener en cuenta el financiamiento de COLCERs, y que estas actividades son menos atractivas financieramente respecto a los escenarios coherentes.
  - o *Análisis de barreras*: Se puede realizar en lugar de o como una extensión del análisis de inversión. Si se usa este paso, determine si la actividad del proyecto propuesto enfrenta barreras que:
    - Evitan la implementación de este tipo de actividad propuesta del proyecto sin los ingresos por la venta de créditos de GEI; y
    - No impiden la implementación de al menos uno de los escenarios alternativos de uso del suelo.
- Análisis de práctica común: Determina que los escenarios alternativos al proyecto poseen diferencias sustanciales con las actividades del proyecto.
- Análisis Comparativo de Emisiones y Carbono: Garantiza que el escenario de línea base seleccionado sea el que posea mayores emisiones y delimite que el proyecto genera un impacto positivo respecto a las remociones, reducciones y emisiones de la línea base.

El proponente de la iniciativa de mitigación deberá demostrar la adicionalidad del proyecto mediante la aplicación de la *Guía COLCX para demostrar la adicionalidad*, de manera tal que si la iniciativa de mitigación cumple con los criterios de evaluación definidos en el instrumento referido podrá considerarse adicional.

## **8 LÍMITES TEMPORALES Y ESPACIALES**

Los límites temporales y espaciales de PMGEI, permiten establecer el área y la temporalidad en las cuales se podrán generar COLCERs por la remoción de GEI. Todos los geoprocесamientos realizados por el desarrollador deben revelar en sus atributos el área, el tipo de cobertura, año y descripción. El desarrollador determinará los atributos más adecuados.

### **8.1 Límites Temporales**

Los límites temporales del proyecto deben estar definidos en el Documento de Diseño del Proyecto (DDP) y considerando los siguientes aspectos:

#### **8.1.1 Fecha de Inicio del Proyecto**

Para el caso de las actividades elegibles, es una fecha posterior o igual a la de establecimiento de la actividad. Esta debe soportarse en documentos que revelen de manera objetiva su implementación. Por ejemplo, establecimiento de plántulas, documentos de idea de proyecto y registro en el estándar COLCX.

#### **8.1.2 Periodo retroactivo**

El periodo de retroactividad para proyectos FRR es de máximo cinco (5) años calendario previos a la fecha de firma de contrato de validación ante un OVV.

## 8.2 Límites Espaciales

El PMGEI debe identificar y delimitar las áreas que están sujetas a monitoreo según su actividad. El área de proyecto corresponde a parcelas o extensiones de tierra sobre las cuales el proponente del proyecto posee el derecho legal de propiedad de la tierra y puede realizar actividades de mitigación. Este derecho debe poseerlo el proponente desde la fecha de inicio del proyecto y durante la implementación del PMGEI. Los siguientes criterios deben tenerse en cuenta para identificar el área de proyecto:

- Nombre o nombres de los predios o áreas.
- Delimitación espacial del área del proyecto. Se debe presentar en formatos vectoriales aplicables en un SIG (p.e, shp., Geopackage, kml., entre otros).
- Situación actual de tenencia de la tierra y propiedad legal del territorio.
- Todos los participantes y roles que tienen dentro del PMGEI. Tener en cuenta razón social, número de documento o NIT, número de contacto y correo electrónico.

## 8.3 Proyectos agrupados

Para que el PMGEI pueda considerarse como agrupado se debe establecer un área de expansión que considere criterios de homogeneidad ecológica y de actividad. Los criterios de homogeneidad ecológica se determinan en función de la similitud en las condiciones de vida del entorno, las cuales deben haberse mantenido al menos durante el periodo histórico de referencia. A continuación, se presenta una lista de los requerimientos que deben cumplirse para asegurar la uniformidad ecológica dentro del área de agrupación:

- **Similitud en el uso y tipo de suelo:** las características del suelo, como su composición, capacidad de uso y tipo, deben ser equivalentes en todos los polígonos de expansión para asegurar la compatibilidad en términos de manejo ganadero y conservación de los reservorios de carbono en el suelo.
- **Elevación:** los rangos de elevación presentes en las áreas de expansión deben ser similares a los del área original del proyecto, lo cual es esencial para mantener condiciones ecológicas y climáticas coherentes.
- **Similitud de ecosistemas:** los ecosistemas predominantes en el área de expansión deben coincidir con los del área del proyecto, incluyendo la vegetación dominante y otros aspectos ecológicos que aseguren una continuidad en el manejo ambiental. Para determinar esta similitud, se deben considerar criterios ecológicos estructurales y funcionales. Además, se pueden evaluar índices de riqueza y diversidad de especies, la presencia de cuerpos de agua y otras variables clave.

A nivel de paisaje o de polígonos, se recomienda incluir índices de heterogeneidad ambiental, considerando la distribución de diferentes tipos de vegetación o fitofisionomías. Los polígonos con mayor heterogeneidad ambiental,

caracterizados por una alta diversidad estructural y funcional, deberán priorizarse para conservación y no serán candidatos para expansión ganadera.

- **Pendientes similares:** las áreas seleccionadas para la expansión deben presentar pendientes similares a las del área del proyecto original, a fin de evitar diferencias significativas en el manejo del suelo y en las prácticas ganaderas sostenibles.
- **Límites políticos adyacentes:** las áreas de expansión deben estar dentro de límites políticos adyacentes, como municipios o departamentos vecinos, para facilitar la gestión administrativa y la coherencia en la implementación del proyecto.
- **Condiciones de manejo ambiental:** las áreas de expansión deben haber estado sujetas a prácticas similares a las del área del proyecto original, incluyendo prácticas forestación, restauración o mejoras de reservas de carbono.

Se permite una variación máxima del  $\pm 15\%$  con respecto a las condiciones originales del área del proyecto, asegurando así la uniformidad en su implementación y los resultados.

El proyecto tiene plazo hasta su primera verificación para incluir las áreas de expansión identificadas por adición; posterior a esta verificación, cualquier inclusión de nuevas áreas requerirá un cambio post registro del proyecto. En caso de que se sustraigan áreas por diversos motivos, el PMGEI no deberá ser revalidado, y bastará con consultar este cambio a COLCX. Las áreas de expansión deben destinar la totalidad de su superficie a estas mismas actividades. Este enfoque garantiza que las prácticas implementadas sean representativas y consistentes con los objetivos del proyecto, facilitando una evaluación adecuada del impacto y los beneficios generados.

Es fundamental que todos los criterios de homogeneidad se consideren durante la validación o primera verificación del proyecto. El desarrollador del proyecto debe diseñar el protocolo que guiará esta validación y que establecerá de manera clara cómo se cumplen los distintos criterios para permitir que un titular de un predio pueda adherirse a una iniciativa de proyecto agrupado.

## 9 RESERVORIOS APLICABLES

Los reservorios de carbono incluidos en las diferentes actividades contempladas por la presente metodología serán aquellos que puedan ser medibles y significativos respecto a la línea base del PMGEI, (mínimo 5% para ser considerados). Los reservorios seleccionados deben ser cuantificados tanto en el escenario de línea base como en el escenario de formulación e implementación. A continuación, se identifican los reservorios susceptibles a incluirse dentro de un PMGEI. Para los reservorios opcionales se pueden utilizar datos de inventarios de GEI nacionales o subnacionales o estudios provenientes de revistas científicas indexadas, siempre y cuando estos apliquen al clima, humedad y especies implementadas en el PMGEI.

**Tabla 1** Reservorios aplicables a actividades de Forestación, Reforestación y Revegetación.

Reservorio	Aplicable	Descripción
Biomasa aérea	Si	Corresponde a la biomasa viva que se encuentra sobre el suelo (tallos, ramas, corteza y follaje). Se espera que este reservorio se mantenga e incremente en función de la actividad FRR.
Biomasa subterránea	Si	Incluye la biomasa viva de las raíces. Se excluyen raíces finas de menos de 2 mm de diámetro. Se espera que se mantenga en coberturas boscosas conservadas o se incremente en las áreas con coberturas vegetales nuevas.
Madera Muerta	Opc	Comprende la biomasa muerta de tipo leñoso que se encuentra en la superficie ya sea en pie o caída, partes de madera desprendida, o raíces expuestas de árboles caídos. Debe ser significativo y justificado adecuadamente, puede ser monitoreado.
Hojasca	Opc	Comprende toda la biomasa vegetal muerta sobre el suelo que cuente con menos de 2 cm de diámetro (Hojas, ramas y cascara de frutos). Deberá ser justificado como un reservorio significativo y para su inclusión debe ser posible su monitoreo
Carbono Orgánico del Suelo	Opc	Comprende todo el carbono orgánico que se almacena en el suelo (incluye raíces finas menores a 2 mm), la profundidad de estimación deberá ser justificada por el proponente siendo mínimo de 30 cm. Debe ser significativo y justificado adecuadamente, puede ser monitoreado.
Productos maderables	Opc	Se relaciona con los productos maderables generados como consecuencia de la cosecha, extracción, transporte y transformación de los individuos maderables, entendiendo que la cosecha de individuos no genera la liberación inmediata del carbono almacenado.

**Donde:** FRR: Forestación, Reforestación y Revegetación, Opc: Opcional.

## 10 FUENTES DE EMISIÓN

Todas las fuentes de emisión deben ser identificadas en el escenario de línea base, para su inclusión se debe demostrar que estas se incrementan de manera significativa y son coherentes con la actividad elegible. Como mínimo, se deben evaluar las fuentes de la Tabla 2, de ser significativas deben monitorearse a su vez en el escenario de proyecto.

Se deben incluir fuentes de emisión que supongan más del 5% del total de emisiones calculadas entre los escenarios de línea base y el escenario de proyecto (Ver Tabla 2). Cualquier emisión no significativa de GEI, debe ser excluida de manera conservadora.

Para la cuantificación de las emisiones de las fuentes se pueden utilizar las ecuaciones, factores y recomendaciones de las guías del IPCC<sup>4 5</sup>, metodologías de inventarios de GEI a nivel de país anfitrión o inventarios de GEI consistentes con el área de proyecto.

**Tabla 2** Fuentes de emisión en actividades FRR

Fuente	GEI	Aplicable		Descripción
		LB	Proy	
Incendios forestales	CO <sub>2</sub>	No	No	Se cuantifican dentro de los cambios en las reservas de carbono.
	CH <sub>4</sub>	No	Si	Se consideran emisiones resultado de incendios no controlados. No permitido en la línea base.
	N <sub>2</sub> O	No	Si	
Cambio de uso del suelo	CO <sub>2</sub>	Si	Si	Emisiones provocadas por cambios en los reservorios de carbono preexistentes por extracción.
	CH <sub>4</sub>	No	No	No se consideran otros GEI diferentes a CO <sub>2</sub> debido a que no se permite el uso de quemas para la preparación de las actividades.
	N <sub>2</sub> O	No	No	
Fertilización	CO <sub>2</sub>	No	No	Se deben cuantificar todas las emisiones por uso de fertilizantes sintéticos u otras enmiendas preexistentes y en el escenario de proyecto.
	CH <sub>4</sub>	No	No	
	N <sub>2</sub> O	Opc	Si	
Aprovechamiento Forestal	CO <sub>2</sub>	Si	Si	Deben ser consideradas si durante la implementación del proyecto se presenta tala selectiva, aprovechamiento forestal y pérdidas por plagas o enfermedades. Se deben incluir todas las emisiones significativas por maquinaria agrícola y forestal para aprovechamiento.
	CH <sub>4</sub>	No	No	
	N <sub>2</sub> O	No	No	

**Donde:** Opc: Opcional

Cuando se tenga registro de incendios de origen biogénico, estas emisiones se calculan siguiendo las indicaciones del IPCC<sup>6</sup>:

$$ECH4 (CO2eq)_i = ECO2eq_i * \frac{12}{44} * TE * \frac{16}{12} * PCG \quad (1)$$

<sup>4</sup> IPCC. (2003). Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas para UTCUTS. Disponible en: [kutt.it/laZFfp](http://kutt.it/laZFfp)

<sup>5</sup> IPCC. (2006). Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra. Disponible en: [kutt.it/iLd1fY](http://kutt.it/iLd1fY)

<sup>6</sup> IPCC. (2003). Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas para uso del suelo, cambio de uso del suelo y forestería. Disponible en: [https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpglulucf/gpglulucf\\_files/GPG\\_LULUCF\\_FULL.pdf](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpglulucf/gpglulucf_files/GPG_LULUCF_FULL.pdf)

$ECH4eq_i$ : Emisión equivalente de  $CH_4 - CO_2$  del estrato  $i$  quemado.

$ECO2eq_i$ : Factor de emisión de  $CO_2e$  del estrato  $i$ .

$\frac{12}{44}$ : Relación C/ $CO_2$

$TE$ : Tasa de emisión de metano

$\frac{16}{12}$ : Relación molecular metano y dióxido de carbono

$PCG$ : Potencial de calentamiento global de metano

$$EN2O(CO2eq)_i = ECO2eq_i * \frac{12}{44} * \frac{N}{C} * TE * \frac{44}{28} * PCG(2)$$

$EN2Oeq_i$ : Emisión de  $N_2O - CO_2$  del estrato  $i$  quemado.

$ECO2eq_i$ : Factor de emisión del estrato  $i$ .

$\frac{12}{44}$ : Relación C/ $CO_2$

$\frac{N}{C}$ : Relación nitrógeno carbono

$TE$ : Tasa de emisión de metano

$\frac{44}{28}$ : Relación molecular de Óxido nitroso y nitrógeno

$PCG$ : Potencial de calentamiento global de metano

## 11 LÍNEA BASE

La línea base son las fuentes, sumideros y reservorios de emisiones de GEI, existentes, previo a la implementación del PMGEI de acuerdo con lo justificado en la Tabla 1 y Tabla 2.

El proponente debe tener en cuenta usos del suelo probables existentes en ausencia de la iniciativa de mitigación, justificando su presencia con información adecuada al contexto y país anfitrión donde se establece la iniciativa.

El escenario seleccionado debe cumplir con el marco normativo y regulatorio y emplear el principio conservador para la cuantificación de sus emisiones asociadas y su existencia debe ser de por lo menos 10 años anteriores a la fecha de inicio del proyecto.

Para esta reconstrucción se puede utilizar información de fuentes oficiales, priorizando desde la información local, regional hasta nacional. También se debe soportar la disponibilidad y confiabilidad de la fuente si esta proviene de artículos científicos, conceptos técnicos, económicos u ambientales que puedan existir y se ajusten al área de proyecto.

### 11.1 Factores de emisión

Los factores de emisión<sup>7</sup> que se utilicen para el PMGEI, se pueden basar en datos oficiales del país anfitrión, estudios públicos o revistas indexadas aplicables al área de del PMGEI. También son válidos levantamientos propios con respaldo técnico suficiente basado en buenas prácticas. Los factores de emisión deben ser medibles y verificables para que permitan su monitoreo, reporte y verificación.

<sup>7</sup> Según la decisión 12/CP. 17 de la CMNUCC los NREF/NRF deben ser expresados en toneladas de dióxido de carbono equivalente por año.

Para determinar los factores de emisión se deben tener en cuenta cálculos en reservorios de carbono mediante inventarios que presenten un error menor al 10%, con un nivel de confianza del 95%. Generar datos locales a partir de inventarios de GEI. Para la identificación de estas fuentes de emisión se pueden utilizar reconstrucciones metodológicas de los procesos definidos por inventarios de GEI o inventarios nacionales, aplicables al PMGEI.

Para determinar los factores de emisión tenga en cuenta las siguientes fórmulas:

$$\Delta BA_{i,t} = (BA_{t1} - BA_{t2}) * \frac{44}{12} * FC \quad (3)$$

$\Delta BA_i$ : Factor de remoción o emisión del reservorio de biomasa aérea en términos de Mg de CO<sub>2</sub> por hectárea del estrato *i*, en el año *t*.

$BA_{t1}$ : Biomasa aérea en el tiempo inicial en términos de Mg de biomasa por hectárea del estrato *i*.

$BA_{t2}$ : Biomasa aérea en el tiempo final en términos de Mg de biomasa por hectárea del estrato *i*.

$\frac{44}{12}$ : Constante de relación molecular de dióxido de carbono y carbono.

*FC*: Fracción de carbono en biomasa

$$\Delta BS_{i,t} = (BS_{t1} - BS_{t2}) * \frac{44}{12} * FC \quad (4)$$

$\Delta BS_i$ : Factor de remoción o emisión del reservorio de biomasa subterránea en términos de Mg de CO<sub>2</sub> por hectárea del estrato *i*, en el año *t*.

$BS_{t1}$ : Biomasa subterránea en el tiempo inicial en términos de Mg de biomasa por hectárea del estrato *i*.

$BS_{t2}$ : Biomasa subterránea en el tiempo final en términos de Mg de biomasa por hectárea del estrato *i*.

$\frac{44}{12}$ : Constante de relación molecular de dióxido de carbono y carbono.

*FC*: Fracción de carbono en biomasa

$$\Delta MM_{i,t} = (MM_{t1} - MM_{t2}) * \frac{44}{12} * FC \quad (5)$$

$\Delta MM_i$ : Factor de remoción o emisión del reservorio de biomasa muerta en términos de Mg de CO<sub>2</sub> por hectárea del estrato *i*, en el año *t*.

$MM_{t1}$ : Biomasa muerta en el tiempo inicial en términos de Mg de biomasa por hectárea del estrato *i*.

$MM_{t2}$ : Biomasa muerta en el tiempo final en términos de Mg de biomasa por hectárea del estrato *i*.

$\frac{44}{12}$ : Constante de relación molecular de dióxido de carbono y carbono.

*FC*: Fracción de carbono en biomasa

$$\Delta LIT_{i,t} = (LIT_{t1} - LIT_{t2}) * \frac{44}{12} * FC \quad (6)$$

$\Delta LIT_i$ : Factor de remoción o emisión del reservorio de hojarasca en términos de Mg de CO<sub>2</sub> por hectárea del estrato *i*, en el año *t*.

$MM_{t1}$ : Hojarasca en el tiempo inicial en términos de Mg de biomasa por hectárea del estrato *i*.

$MM_{t2}$ : Hojarasca en el tiempo final en términos de Mg de biomasa por hectárea del estrato  $i$ .

$\frac{44}{12}$ : Constante de relación molecular de dióxido de carbono y carbono.

$FC$ : Fracción de carbono en biomasa

$$\Delta COS_{20i,t} = \frac{(COS_{t1} - COS_{t2})}{20} * \frac{44}{12} * FC \quad (7)$$

$\Delta COS_{20i}$ : Factor de remoción o emisión del reservorio de carbono orgánico en el suelo en términos de Mg de  $CO_2$  por hectárea del estrato  $i$ , en el año  $t$ .

$\Delta COS_{t1}$ : Carbono orgánico en el suelo en el tiempo inicial en términos de Mg carbono por hectárea del estrato  $i$ .

$\Delta COS_{t2}$ : Carbono orgánico en el suelo en el tiempo final en términos de Mg de carbono por hectárea del estrato  $i$ .

$\frac{44}{12}$ : Constante de relación molecular de dióxido de carbono y carbono.

$FC$ : Fracción de carbono en biomasa

Para esta metodología, el carbono orgánico del suelo se emite gradualmente en un periodo de 20 años.

El factor de emisión por estrato se presenta a continuación:

$$ECO2eq_i = (\Delta BA_i + \Delta BS_i + \Delta LIT_i + \Delta MM_i + \Delta COS_{20i}) \quad (8)$$

Donde:

$ECO2eq_i$ : Factor de emisión del estrato  $i$

$\Delta BA_i$ : Factor de emisión del reservorio de biomasa aérea en términos de Mg por hectárea.

$\Delta BS_i$ : Factor de emisión del reservorio de biomasa subterránea en términos de Mg de  $CO_2$  por hectárea.

$\Delta LIT_i$ : Factor de emisión del reservorio de hojarasca en términos de Mg de  $CO_2$  por hectárea.

$\Delta MM_i$ : Factor de emisión del reservorio de biomasa muerta en términos de Mg de  $CO_2$  por hectárea.

$\Delta COS_{20i}$ : Factor de remoción o emisión del reservorio de carbono orgánico en el suelo en términos de Mg de  $CO_2$  por hectárea del estrato  $i$ , en el año  $t$ .

## 11.2 Escenario de línea base

Una vez se defina la línea base, se procede a la formulación del escenario de línea base, para esto se deben considerar fuentes de datos apropiadas y confiables. El titular del proyecto debe justificar las razones para su elección y aplicación. La temporalidad de los datos debe considerar las tecnologías actuales empleadas en el territorio y ser lo más recientes posibles.

La identificación del escenario de línea base por parte del titular deberá desarrollarse secuencialmente, a partir de 8.1.1 Fecha de Inicio del Proyecto y 11 LÍNEA BASE.

## 12 ESCENARIO DE FORMULACIÓN

A continuación, se describe el escenario de proyecto basado en supuestos y datos históricos denominado ex ante, el cual es sujeto de validación.

## 12.1 Estratificación.

La estratificación se debe aplicar en proyectos agrupados y en aquellos proyectos que presenten diferencias al interior de su área en cuanto a las variables presentadas a continuación.

Con el fin de representar geográficamente los estratos incluidos dentro del proyecto agrupado, se georreferenciarán las coberturas diferenciando el tipo de cobertura, la especie plantada, la edad y el volumen de biomasa.

### 12.1.1 Variables pre-estratificación

Las variables enunciadas deben ser reportadas para cada estrato en el escenario de formulación de la iniciativa.

#### 12.1.1.1 Tipo de Cobertura

La variable fundamental para la estratificación es el tipo de cobertura implementada en el área, estas deben pertenecer a uno de los tipos de cobertura de las actividades aplicables que desarrolla la presente metodología (Ver 4 ACTIVIDADES APLICABLES).

#### 12.1.1.2 Especie(s) plantada(s)

Se debe establecer la estratificación de las áreas con respecto a las especies arbóreas plantadas dentro de cada proyecto para obtener una cuantificación específica en cada tipo de cobertura, reduciendo la incertidumbre y evidenciando las variaciones de captura para cada especie. En el caso de que se presenten coberturas mixtas (más de una especie implementada dentro de una misma área), el estrato identificado debe ser de la especie arbórea predominante dentro del área.

#### 12.1.1.3 Edad de la plantación

La edad del estrato se debe reportar en años desde su fecha de establecimiento y el tiempo para el cual se efectúa la cuantificación. La edad de cada cobertura se debe determinar a partir de lo establecido en el plan de establecimiento y manejo de la plantación o cultivo (PEM), y debe ser soportado con la información suministrada por el registro oficial de la plantación ante la autoridad forestal y/o agropecuaria correspondiente cuando aplica.

### 12.1.2 Variables post-estratificación

Las variables enunciadas pueden ser reportadas cuando el proponente considera conveniente, con el fin de ilustrar objetivamente la dinámica y comportamiento de las plantaciones involucradas.

#### 12.1.2.1 Volumen maderable (opcional)

El criterio de volumen maderable ( $m^3$ ) no es obligatorio para la estratificación cuando la cantidad de estratos previamente evaluados no supera los 10. Cuando se tengan

proyectos agrupados con cantidad de propietarios mayor a 10, este criterio debe reportarse.

A partir de los estratos identificados y de las variables indicadas se debe desarrollar un análisis de la variable volumen de la siguiente manera:

- Se identifica el número de m<sup>3</sup> totales pertenecientes a los estratos delimitados a partir de las variables anteriormente mencionadas con su correspondiente área muestreada.
- Se realiza el cálculo del volumen perteneciente a una hectárea para cada estrato.
- A partir de los datos ordenados (de menor a mayor) se halla el índice límite correspondiente a cada cuartil de la siguiente manera:

Set de datos par

$$V_{Qk} = \frac{kn}{4} \quad (9)$$

Set de datos impar

$$V_{Qk} = \frac{k(n+1)}{4} \quad (10)$$

Donde:

$k$  = No. Cuartil (1 a 3)

$n$  = No. de datos

$V_{Qk}$  = Índice límite del cuartil  $k$

- Teniendo en cuenta los índices pertenecientes a cada cuartil se identifican los estratos a partir de la Tabla 3.

Tabla 3 Determinación de estratos según volumen disponible en el proyecto.

Categoría	Rango
I	Índices de los datos de volumen menores o iguales al $V_{Q1}$
II	Índices de los datos de volumen entre el $V_{Q1}$ y el $V_{Q2}$
III	Índices de los datos de volumen entre el $V_{Q2}$ y el $V_{Q3}$
IV	Índices de los datos de volumen mayores o iguales al $V_{Q3}$

### 12.1.2.2 Resultados de la estratificación

Una vez efectuada la estratificación, se deberán presentar los siguientes resultados:

- El PEMF con el cual se identificaron los tipos de coberturas, la edad y las especies plantadas
- Procedimiento de cálculo de los cuartiles y la posterior clasificación de los estratos finales con las variables totales (3 o según sea el caso) cuando aplique
- Mapa de estratificación para el área de proyecto.
- Reporte del análisis estadístico generado a partir de los datos obtenidos en el muestreo, determinando los rangos de categorización para la estratificación final, incluyendo el volumen.

## 12.2 Cuantificación de las emisiones de GEI

Las emisiones asociadas al aprovechamiento de madera para actividades propias de la extracción de madera o palma y las derivadas del uso de productos maderables de acuerdo con su vida útil son descritas en el presente capítulo.

### 12.2.1 Emisiones provocadas por aprovechamiento forestal o actividades para replantación de cultivos de palma.

#### 12.2.1.1 Volumen de biomasa afectado por actividades de aprovechamiento

La determinación de emisiones asociadas con actividades para el aprovechamiento forestal y la replantación de cultivos de palma se debe tener un registro de los individuos a talar por año (Ubicación y datos dendrométricos). Se debe contar con la estimación de volumen total y de biomasa aprovechable, derivada de ecuaciones alométricas locales, regionales o nacionales aplicables. Estas ecuaciones deben tener en cuenta por lo menos el DAP y la altura total de los árboles. Son aceptables ecuaciones alométricas propias diseñadas con mínimo 10 individuos de al menos 5 clases diamétricas por especie.

Se debe identificar por lo menos el volumen de biomasa afectado por la construcción de vías y por el aprovechamiento de los individuos forestales y/o replantación de cultivos de palma para la actividad. Cuando se tengan actividades como la creación de barreras cortafuegos u otro tipo que necesiten el aprovechamiento de individuos, estas deben ser también cuantificadas.

$$VT_{m,t} = \sum_{i=0}^i (\sum_{j=1}^j (\sum_{l=1}^l (VT_{l,j,i,t}))) \quad (11)$$

Donde

$VT_m$ : Volumen total de biomasa afectado por la actividad  $m$ , en el año  $t$ .

$VT_{l,j,i,t}$ : Volumen total de biomasa del árbol  $l$  de la especie  $j$  en el estrato  $i$  en  $m^3$  en el año  $t$ .

$l$ : 1,2,3... secuencia de árboles individuales.

$i$ : 1,2,3... $M$  estratos.

$j$ : 1,2,3... $J$  especies de árboles.

$t$ : año.

No toda la biomasa que se afecta es aprovechada por tanto cuenta con dos componentes, la biomasa remanente y la biomasa aprovechada. Para el caso de la biomasa aprovechada su volumen se calcula de la siguiente forma:

$$VC_t = \sum_{i=0}^i (\sum_{j=1}^j (\sum_{l=1}^l (VC_{l,j,i,t}))) \quad (12)$$

Donde

$VC_t$ : Volumen total comercial aprovechado en  $m^3$ , en el año  $t$ .

$VC_{l,j,i,t}$  = Volumen comercial aprovechado del árbol  $l$  de la especie  $j$  en el estrato  $i$  en  $m^3$ , en el año  $t$ .

$l$ : 1,2,3... secuencia de árboles individuales.

$i$ : 1,2,3... $M$  estratos.

$j$ : 1,2,3... $J$  especies de árboles.

$t$ : año.

Y para el caso de la madera remanente se calcula de la siguiente forma:

$$VR_t = (\sum_{m=0}^m VT_{m,t}) - VC_t \quad (113)$$

$VR_t$ = Volumen de biomasa remanente en  $m^3$ , en el año  $t$ .

$VT_{m,t}$ : Volumen total de biomasa afectado por la actividad  $m$ , en año  $t$ .

$VC_t$ = Volumen total comercial aprovechado, en el año  $t$ .

$m = 1,2,3...$  actividad silvicultural  $m$ .

$t =$  año.

### 12.2.1.2 Emisiones asociadas al aprovechamiento forestal y actividades de replantación de cultivos de palma.

Las emisiones totales debidas al aprovechamiento forestal y la replantación de cultivos de palma se calculan bajo la premisa que se generan fuera del área de aprovechamiento, estas pueden considerar:

- Emisión por productos de vida corta: Incluye productos que se usan para actividades asociadas al área de proyecto, cuya emisión se efectúa en el mismo año de aprovechamiento. P.E. madera combustible, residuos aprovechados.
- Emisión por productos de vida moderada a larga: Incluye productos cuya emisión se da en periodos mayores a 1 año y hasta 100 años, dependiendo su vida útil. P.E. papel, productos maderables mobiliarios y estructurales.

Los residuos de aprovechamiento que se dejan en el sitio pueden considerarse como aportes de materia muerta y hojarasca.

Las emisiones por aprovechamiento de madera y replantación se calculan con las siguientes formulas<sup>8</sup>:

$$\Delta EP_{T,t} = E_{p,t} + E_{s,t} \quad (14)$$

$\Delta EP_{T,t}$ : Emisiones totales debidas a la actividad de aprovechamiento forestal sostenible y/o replantación de cultivos de palma.

$E_{p,t}$ : Emisiones debidas a productos de liberación rápida, en  $MgCO_2$  equivalente, en el año  $t$ .

$E_{s,t}$ : Emisiones debidas a productos de liberación moderada a lenta, en  $MgCO_2$  equivalente, en el año  $t$ .

$ET_{p,t}$ : Emisiones debidas a las actividades con maquinaria o animales en el aprovechamiento, en  $MgCO_2$  equivalente, en el año  $t$ .

<sup>8</sup> Tenga en cuenta los lineamientos de IPCC sobre productos maderables recolectados (PMR) para la determinación de volumen [https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/4\\_Volume4/V4\\_12\\_Ch12\\_HWP.pdf](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/4_Volume4/V4_12_Ch12_HWP.pdf)

Dadas las diferencias en la liberación del GEI asociados a los productos maderables, estos deben ser calculados teniendo en cuenta tres categorías<sup>9</sup>. La primera categoría es la que se descompone en los tres primeros años del aprovechamiento. Esta se calcula como:

$$E_{p,t} = (VR_t + Vp_t) * \frac{44}{12} * FC \quad (125)$$

*E<sub>p,t</sub>*: Emisiones debidas a productos de liberación rápida, en MgCO<sub>2</sub> equivalente, en el año t.

*VR<sub>t</sub>*: Volumen de biomasa remanente, en el año t.

*Vp<sub>t</sub>*: Volumen de madera de productos de vida corta (1 a 3 años), en año t.

$\frac{44}{12}$ : Constante de relación molecular de dióxido de carbono y carbono.

*FC*: Fracción de carbono en biomasa

t = año.

La segunda categoría es la madera que tiene un tiempo de vida de entre 3 a 100 años. Esta categoría se estima en una descomposición lineal de 20 años.

$$E_{s,t} = Vst * \frac{44}{12} * FC \quad (136)$$

*E<sub>s</sub>*: Emisiones debidas a productos de liberación moderada en MgCO<sub>2</sub> equivalente, en el año t.

*Vst*: Volumen de madera de productos de vida media (4 a 100 años), en función de descomposición lineal de 20 años, en el año t.

$\frac{44}{12}$ : Constante de relación molecular de dióxido de carbono y carbono.

*FC*: Fracción de carbono en biomasa.

t = año.

Para la tercera categoría correspondiente a aquellos productos que tienen una duración superior a 100 años, se asume que sus reservas de carbono se conservan de manera permanente.

### 12.2.2 Emisiones debidas al uso de maquinaria en el aprovechamiento y procesamiento de madera.

Se deben identificar las maquinas empleadas para el aprovechamiento y el procesamiento de la madera, se debe tener en cuenta el volumen de combustible, el tipo y el factor de emisión correspondiente por cada máquina y/o medio de transporte. Esto se calcula de la siguiente forma:

$$\Delta ETp_t = E_{aprovechamiento} + E_{transporte menor} + E_{transporte mayor} + E_{procesamiento} \quad (147)$$

*ΔETp<sub>t</sub>*: Emisiones debidas a las actividades asociadas con maquinaria en el aprovechamiento en MgCO<sub>2</sub> equivalente, en el año t.

<sup>9</sup> Defina para cada tipo de producto identificado su vida útil y sobre esta, cuantifique las emisiones progresivas correspondientes. Tenga en cuenta las aclaraciones de IPCC sobre *Productos de madera recolectada*.

$E_{aprovechamiento}$ : Emisiones totales debidas al uso de maquinaria asociada a la cosecha en  $MgCO_2$  equivalente, en el año  $t$ .

$E_{transporte\ mayor}$ : Emisiones totales debidas al transporte menor de madera en  $MgCO_2$  equivalente; en el año  $t$ .

$E_{procesamiento}$ : Emisiones debidas al consumo de electricidad en el aserradero en  $MgCO_2$  equivalente, en el año  $t$ .

Para el cálculo de los factores de emisión asociados a  $CO_2$ ,  $CH_4$  y  $N_2O$  relacionados con combustibles fósiles, puede emplear las orientaciones del IPCC<sup>10</sup>. Para el caso de la electricidad utilizada emplee los factores de emisión del país anfitrión.

### 12.3 Cálculo de las remociones proyectadas

El escenario de formulación, parte de las proyecciones basadas en la modelación del aumento de las remociones de GEI, se pueden tomar como referencia estudios secundarios o propios que muestren la tendencia de incremento en los reservorios, esta modelación multitemporal por tipo de cultivo se debe hacer para el periodo vitalicio del proyecto.

En la ecuación 18 reemplace el coeficiente de eficiencia ( $Ef$ ) soportándolo en función de las actividades generadas por el proponente para el desempeño de los reservorios. Las remociones y el factor  $(1 + Ef)$  se deben multiplicar año a año de acuerdo con el total de las remociones proyectadas.

$$\Delta FRR_{ACTUAL,t} = (\Delta CP_{T,t} - \Delta EP_{T,t})(1 + Ef) \quad (158)$$

Donde:

$\Delta FRR_{ACTUAL,t}$  ( $tCO_2e$ ): Remociones netas de  $CO_2$  proyectadas, por los sumideros al año  $t$ .

$\Delta CP_{T,t}$  ( $tCO_2e$ ): Remociones de carbono en los sumideros proyectados al año  $t$ <sup>11</sup>.

$\Delta EP_{T,t}$ : Emisiones totales debidas a la actividad de aprovechamiento forestal y replantación de cultivos de palma.

$Ef$ : Coeficiente de eficiencia del proyecto.

En cualquier caso, la modelación de los cambios de stock se debe realizar por cada reservorio aplicable teniendo en cuenta la siguiente ecuación:

$$\Delta CP_{T,t} = (\Delta BA_{i,t} + \Delta BS_{i,t} + \Delta LIT_{i,t} + \Delta MM_{i,t} + \Delta COS_{20i,t}) \quad (169)$$

Donde:

$\Delta CP_{T,t}$ : Remociones de carbono en los sumideros proyectados al año  $t$ .

$\Delta BA_{i,t}$ : Factor de emisión del reservorio de biomasa aérea en términos de  $Mg$  por hectárea, en el año  $t$ .

$\Delta BS_{i,t}$ : Factor de emisión del reservorio de biomasa subterránea en términos de  $Mg$  de  $CO_2$  por hectárea, en el año  $t$ .

<sup>10</sup> IPCC. 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. [https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/2\\_Volume2/V2\\_3\\_Ch3\\_Mobile\\_Combustion.pdf](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/2_Volume2/V2_3_Ch3_Mobile_Combustion.pdf)

<sup>11</sup> los cambios en los reservorios, así como su incertidumbre se deben aplicar siguiendo los lineamientos de la herramienta A/R TOOL 14. (Ver [ar-am-tool-14-v4.2.pdf \(unfccc.int\)](#)).

$\Delta LIT_{i,t}$ : Factor de emisión del reservorio de hojarasca en términos de Mg de  $CO_2$  por hectárea, en el año t.

$\Delta MM_{i,t}$ : Factor de emisión del reservorio de biomasa muerta en términos de Mg de  $CO_2$  por hectárea, en el año t.

$\Delta COS_{20i,t}$ : Factor de emisión del reservorio de carbono orgánico en el suelo a 20 años en términos de Mg de  $CO_2$  por hectárea, en el año t.

Una vez realizada la estimación de la proyección del aumento en las remociones en el escenario de formulación, se procede a hacer la estimación de los COLCERS, con las siguientes formulas:

- Para el compartimiento FRR:

$$COLCERSDef_t = \Delta FRR_{ACTUAL,t} * FFR * \%RNP \quad (20)$$

Donde:

$COLCERS_{FRR}$ : Certificados proyectados que son atribuibles a las actividades FRR, en el año t.

$FFR$ : Factor de corrección para la medición de emisiones por actividades FRR.

$\%RNP$ : Riesgo de no permanencia

### 13 ESCENARIO DE IMPLEMENTACIÓN

Los cálculos del escenario de implementación son iguales a los de formulación, salvo por los valores para cada reservorio de carbono.

- Para la biomasa aérea y el cálculo de  $\Delta CP_{T,t}$  se debe tomar como referencia el módulo de Aumento de Reservas de Carbono (ARC) y los métodos descritos para la determinación de existencias de carbono. Además, de la herramienta AR-TOOL14 del MDL.
- Para el caso de la variable  $\Delta EP_{T,t}$ , el proponente debe llevar un inventario de GEI de todas las variables asociadas, incluyendo las emisiones provocadas por afectaciones a reservorios de GEI, emisiones directas por aprovechamiento forestal y/o renovación del cultivo de palma, y emisiones debidas al uso de maquinaria.
- Las emisiones deben seguir las mismas ecuaciones del escenario de formulación, aplicando los valores reales. Estos deben soportarse con inventarios de combustibles, especificaciones técnicas de la maquinaria, entre otros.
- Para los reservorios diferentes a biomasa aérea se pueden utilizar metodologías avaladas por el MDL o de inventarios de GEI nacionales, institutos de investigación o métodos científicos publicados en revistas científicas indexadas.

### 14 PLAN DE MONITOREO

El proponente del PMGEI debe monitorear las actividades que se implementan en la iniciativa FRR a partir de la fecha de inicio, generando un seguimiento adecuado a las reducciones y/o remociones de GEI logradas resultado de su desempeño. El plan de monitoreo debe definir como mínimo la evaluación de las variables asociadas a:

- Incremento en los reservorios de carbono
- Emisiones de GEI asociadas con la actividad
- Fugas de emisiones (cuando aplica)
- Riesgos de reversión y no permanencia
- Generación de no daño neto y salvaguardas socioambientales
- Contribución a los objetivos de desarrollo sostenible (ODS)

#### 14.1 Datos y parámetros para monitorear

Esta sección presenta los factores para tener en cuenta por el proponente en el reporte y monitoreo de cada variable relacionada, abarcando las categorías enunciadas.

Dato / Parámetro	Parámetro medido (P.E. Área)
Unidad de medida	(P.E. Hectáreas – ha)
Valor aplicado	Indicar el valor empleado en el análisis
Descripción	Características del parámetro medido
Frecuencia de monitoreo	Temporalidad de medición
Responsable del monitoreo	Actor relacionado con el reporte de parámetros
Fuente de la información	Señalar de donde se obtendrá la información.
Actividades de control y aseguramiento de la calidad	Mecanismos para garantizar trazabilidad y coherencia de la información empleada
Información adicional	Datos complementarios que explican el parámetro empleado

Se deberá proponer un plan de monitoreo donde se incluya una descripción general de su contenido, mecanismos de seguimiento, datos a recolectar, mecanismos de recolección de datos, procedimientos que aseguren la gestión y calidad de la información.

Para asegurar la trazabilidad del PMGEI, toda la información utilizada, calculada y generada por el desarrollador o de referencia debe ser documentada y archivada durante el periodo de acreditación del PMGEI bajo responsabilidad del proponente.

Todas las variables de monitoreo obligatorio sobre fuentes, sumideros y reservorios de carbono deben verificarse mínimo en cada periodo de monitoreo.

#### 14.2 Mecanismos de monitoreo

La información sobre incremento de la biomasa aérea puede ser monitoreada a través de levantamiento de datos en sitio (P.E. Inventarios forestales, censos, muestreos, etc.) o su combinación con monitoreo digital de coberturas, cubriendo los umbrales de certidumbre y exactitud requeridos por la metodología.

### 15 GESTIÓN DE RIESGOS DE REVERSIÓN, RIESGOS DE NO PERMANENCIA

El análisis de riesgos de no permanencia y reversión consiste en el monitoreo de indicadores estratégicos que permitan identificar la integridad de los stocks de carbono en el largo plazo. El análisis de Riesgos de No Permanencia se debe desarrollar de acuerdo

con la *Guía COLCX para identificación de riesgos de no permanencia* en su versión más actualizada.

## 16 INCERTIDUMBRE

El proponente debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Las incertidumbres se calcularán con base en los lineamientos del IPCC para cada reservorio de carbono en tierras forestales<sup>12</sup> además de aspectos propios de incertidumbres<sup>13</sup>.
- Los errores provenientes de los reservorios de carbono deben ser claramente identificados y descritos.
- El proponente debe demostrar que año a año para cualquier estimación de emisiones, la incertidumbre calculada es inferior al 10%.
- Se debe hacer una declaración de incertidumbre, que conceptualice las mediciones y formas de medición de las diferentes variables implicadas en la contabilidad de carbono.
- El proponente debe reportar los métodos de toma de datos en campo, instrumentos de medición, especificaciones técnicas y las formas bajo las cuales se espera que se reduzcan los errores de medición como métodos de calibración, capacitaciones, entre otros.
- El proponente debe hacer una identificación de la incertidumbre relacionada con los modelos utilizados en el análisis de alternativas para la construcción del escenario de línea base. La incertidumbre en los modelos debe ser clave llevando a la elección del más apropiado.
- Siempre se debe garantizar que el error porcentual absoluto (MAPE), es el mínimo posible.
- Para los datos de actividad, el proponente debe realizar matrices de confusión, identificar con base en los errores de comisión y omisión los intervalos de confianza por cada categoría y garantizar que sean menores al 10%. La incertidumbre en los datos de actividad debe calcularse anualmente.
- Para el caso de áreas sin información el proponente debe contar con un protocolo de tratamiento de estas áreas.
- Siempre se deben tener en cuenta los criterios de conservadurismo, exactitud e integridad.

El PMGEI para la incertidumbre debe seguir los lineamientos definidos en “Guía COLCX para la gestión de riesgos de reversión, riesgos de no permanencia e incertidumbre” en su versión más reciente.

## 17 CONTRIBUCIÓN A LOS ODS

El proponente del proyecto deberá indicar la forma en la que las actividades del proyecto contribuyen al cumplimiento de las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) propuestos por la Agenda 2030. En caso de que el país en donde se desarrolle la iniciativa

---

12 [https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/4\\_Volume4/V4\\_04\\_Ch4\\_Forest\\_Land.pdf](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/4_Volume4/V4_04_Ch4_Forest_Land.pdf)

13 [https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/1\\_Volume1/V1\\_3\\_Ch3\\_Uncertainties.pdf](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/1_Volume1/V1_3_Ch3_Uncertainties.pdf)

cuenta con una adaptación de las metas de los ODS, el proponente podrá demostrar su alineación a los objetivos específicos del territorio.

El proyecto debe considerar los criterios y directrices definidas por la *Guía COLCX para reportar aportes a los Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS* en su versión más actualizada.

---

### Historia del documento

<b>Versión</b>	<b>Fecha</b>	<b>Descripción</b>
1.0	10 de agosto de 2023	Desarrollo versión inicial
2.0	22 de julio de 2024	Ajustes a la versión 1.0
3.0	08 de mayo de 2025	Ajustes a la versión 2.0