



Metodología AFOLU 001



# Metodología para la Cuantificación de Captura de Carbono en Plantaciones Forestales, Sistemas Agroforestales y Cultivos Frutales para la Mitigación del Cambio Climático. Versión 1.2

Sector: Forestación y Reforestación

Agricultura, Silvicultura y Otros Usos del Suelo  
(AFOLU por sus siglas en inglés)

Elaborado por:



**UNIVERSIDAD DISTRITAL  
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**  
Acreditación Institucional de Alta Calidad



## Contenido

|   |    |
|---|----|
| Lista de Siglas.....  | 4  |
| 1. Objetivo y Campo de Aplicación. ....   | 6  |
| 2. Referencias Normativas Consideradas.....   | 7  |
| 3. Definiciones .....   | 8  |
| 4. Principios Base.....   | 16 |
| 5. Alcance .....  | 17 |
| 6. Condiciones de Aplicabilidad .....   | 17 |
| 7. Descripción del Proyecto .....   | 19 |
| 8. Elegibilidad de las Áreas para Proyectos de Remoción CO <sub>2</sub> .....         | 20 |
| 9. Fuentes, Sumideros y Reservorios de GEI Pertinentes del Proyecto.....              | 23 |
| 10. Sumideros o Depósitos de Carbono y Fuentes de CO <sub>2</sub> Seleccionados ..... | 25 |
| 11. Tenencia de Tierra .....  | 25 |
| 11. Escenario de Línea Base .....   | 26 |
| 12. Adicionalidad .....   | 27 |
| 13. Cuantificación del CO <sub>2</sub> Mitigado.....                                  | 32 |
| 14. Monitoreo.....  | 44 |
| 15. Datos y Parámetros Monitoreados.....  | 54 |
| 16. Sistema de Gestión de los datos.....  | 59 |
| 17. Riesgos de no permanencia.....  | 61 |
| 18. Documentación del Proyecto de Mitigación.....                                     | 65 |
| Contribuciones para el desarrollo de la metodología .....                             | 67 |
| Bibliografía.....   | 69 |
| Anexos .....  | 74 |
| Bitácora de cambios .....   | 84 |

## Contenido de Tablas

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. Indicadores para evaluar el cumplimiento de los ODS. ....   | 22 |
| Tabla 2. Fuentes, sumideros y reservorios de GEI seleccionados y pertinentes del proyecto. ....  | 23 |
| Tabla 4. Carbono capturado de acuerdo con el tipo de cobertura natural. ....   | 27 |
| Tabla 5 Etapas de la plantación, de acuerdo con características propias. ....  | 33 |
| Tabla 6. Determinación de estratos según volumen disponible en el proyecto. ....   | 34 |
| Tabla 7 Tamaño de parcelas en plantaciones forestales y cultivos frutales ....   | 50 |
| Tabla 8. Tamaño de parcelas en SAF ....  | 50 |
| Tabla 9. Variables mínimas formularios de campo. ....  | 54 |
| Tabla 10. Variables requeridas para el seguimiento del proyecto. ....  | 56 |
| Tabla 11. Variables opcionales de monitoreo. ....  | 57 |
| Tabla 12. Componentes e indicadores correspondientes a la evaluación del riesgo político por gobernanza. Adaptado de Fanzeres et al. (2014) .... | 64 |

## Contenido de Ilustraciones

|  |    |
|--|----|
| Ilustración 1. Grillas prediales ....    | 46 |
| Ilustración 2. Muestreo sistemático .... | 47 |

## Lista de Siglas

AFOLU - Agricultura, Silvicultura y Otros Usos del Suelo  
CER - Reducciones Certificadas de Emisiones (*Certified Emission Reduction*)  
CO<sub>2</sub> - Dióxido de Carbono  
CO<sub>2</sub>e - Dióxido de Carbono equivalente  
COP 21 - Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático de 2015  
COS - Carbono Orgánico del Suelo (*Soil organic carbon*)  
CH<sub>4</sub> – Metano  
CMNUCC - Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático  
DAP - Diámetro a la altura de pecho (1.30 m desde el la base del tronco)  
GEI - Gases de Efecto Invernadero  
GCE - Grupo Consultivo de Expertos sobre las Comunicaciones Nacionales de las Partes no incluidas en el Anexo I de la Convención  
FSC - Consejo de Administración Forestal (*Forest Stewardship Council*)  
FSR de GEI – Fuente, Sumidero y Reservorio de GEI  
HFC - Hidrofluorocarbonos  
IAvH - Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt  
ICA - Instituto Colombiano Agropecuario  
ICONTEC - Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación  
IDEAM - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales  
INF - Inventario Nacional Forestal  
IPCC - Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (*Intergovernmental Panel on Climate Change*)  
MAVDT - Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial  
MINAMBIENTE - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible  
MINHACIENDA - Ministerio de Hacienda y Criterio Público  
MRV - Monitoreo Reporte y Verificación  
MDL - Mecanismo de Desarrollo Limpio  
N<sub>2</sub>O - Óxido Nitroso  
NDC - Contribución Determinada a Nivel Nacional  
ODS - Objetivos de Desarrollo Sostenible  
OVV-GEI - Organismos de Validación y Verificación de Gases Efecto Invernadero  
PCG - Potencial de Calentamiento Global  
PEMF - Plan de Establecimiento y Manejo Forestal  
PFC - Plan de Establecimiento y Manejo Forestal  
PFNM - Productos Forestales No Maderables  
RENARE - Registro Nacional de Reducción de Emisiones de Gases Efecto Invernadero  
RESNATUR – Asociación Red Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil



## Metodología AFOLU 001



RUNAP - Registro Único de Áreas Protegidas  
SAF - Sistemas Agroforestales  
SF<sub>6</sub> - Hexafluoruro de Azufre  
SIG - Sistema de Información Geográfica  
SINAP - Sistema Nacional De Áreas Protegidas  
SIPRA - Sistema para la Planificación Rural Agropecuaria  
SMBYC - Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono  
tCO<sub>2</sub>e - Toneladas de Dióxido de Carbono Equivalente  
UICN - Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza  
UPRA - Unidad de Planificación Rural Agropecuaria  
VCS - Estándar de Carbono Voluntario (*Verified Carbon Standard*)  
VUF - Ventanilla Única Forestal

## 1. Objetivo y Campo de Aplicación.

La presente metodología permite la planificación e implementación de proyectos de mitigación de GEI en el sector AFOLU, que incluyan mínimo alguna de las siguientes coberturas:

- Plantaciones forestales;
- Sistemas agroforestales; y/o
- Cultivos frutales.

Mediante esta metodología los titulares de proyectos de mitigación podrán seleccionar y aplicar criterios y procedimientos pertinentes para realizar el seguimiento de las remociones de CO<sub>2</sub> que generan estos proyectos.

La metodología aborda aspectos fundamentales para su aplicabilidad como el alcance, condiciones, requerimientos, elegibilidad, depósitos y fuentes de CO<sub>2</sub>, condiciones de tenencia de la tierra, escenario de línea base y criterios de adicionalidad, los cuales son elementos necesarios para la planificación e implementación proyectos de remoción de CO<sub>2</sub> con las coberturas antes mencionadas.

El monitoreo descrito para la cuantificación de la biomasa en la presente metodología aborda características fundamentales como lo son la forma y tamaño de las parcelas a considerar en el muestreo estadístico, frecuencia de monitoreo, reubicación de las parcelas no viables, entre otros ítems. Estos se describen secuencialmente para comprender los procesos adecuadamente y se precisan los datos y parámetros que deben ser monitoreados en cada una de las instancias del proyecto.

Se contemplan los riesgos de no permanencia de los proyectos, en donde la metodología usada para la determinación de los créditos de carbono no transables es dinámica, de acuerdo con los riesgos internos, externos y naturales, los cuales tienen la facultad de reducir el número de cupos no transables cada que se realice la respectiva fase de monitoreo y/o verificación a partir del uso de buenas prácticas para la disminución del riesgo.

## 2. Referencias Normativas Consideradas

Las siguientes referencias normativas han sido consideradas para el desarrollo de esta metodología y deben ser consideradas para su aplicación:

### 2.1 Normas técnicas

ISO 14064-2:2019 Gases de efecto invernadero. Parte 2: Especificación con orientación, a nivel de proyecto, para la cuantificación, el seguimiento y el informe de la reducción de emisiones o el aumento en las remociones de gases de efecto invernadero.

ISO 14064-3:2016 Gases de efecto invernadero. Parte 3: Especificación con orientación, para la validación y verificación de declaraciones sobre gases de efecto invernadero.

### 2.2 Normativa legal

Ley 629 de 2000. Por medio de la cual se aprueba el "Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático".

Decreto 926 de 2017. "Por el cual se modifica el epígrafe de la Parte 5 y se adiciona el Título 5 a la Parte 5 del Libro 1 del Decreto 1625 de 2016 Único Reglamentario en Materia Tributaria y el Título 11 de la Parte 2 de Libro 2 al Decreto 1076 de 2015 Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, para reglamentar el parágrafo 3 del artículo 221 y el parágrafo 2 del artículo 222 de la Ley 1819 de 2016" (MinHacienda).

Resolución 1447 de 2018. "Por medio de la cual se reglamenta el monitoreo, reporte y verificación de las acciones de mitigación a nivel nacional que trata el artículo 175 de 2015, y se dictan otras disposiciones" (Minambiente).

Decreto 446 de 2020. "Por el cual se modifica el artículo 2.2.11.1.2 del Capítulo 1 del Título 11 de la Parte 2 del Libro 2 del Decreto 1076 de 2015, y se adiciona un artículo al Capítulo 1 del Título 11 de la Parte 2 del Libro 2 del Decreto 1076 de 2015, en lo relacionado con la acreditación de organismos de verificación de reducciones de emisiones y remociones de GEI" (Minambiente).

Resolución 831 de 2020. "Por la cual se modifica la Resolución número 1447 de 2018 y se toman otras determinaciones. Establece para los actores del mercado de carbono nacional una serie de condiciones para el cumplimiento de metas nacionales de mitigación del cambio climático" (Minambiente).

De igual manera, se tienen en cuenta otras disposiciones legales nacionales e internacionales que se involucran directamente con proyectos de mitigación de GEI, especialmente del ámbito forestal de tipo ambiental, de la actividad y del tipo de proyectos de reforestación tenidos en cuenta (véase Anexo 1).

### 2.3 Principales metodologías de referencia.

Para la metodología desarrollada en el presente documento, se tienen en cuenta principalmente las metodologías MDL elaboradas por la CMNUCC, específicamente las que se encuentran aprobadas por el grupo de trabajo de Aforestación y Reforestación (véase Anexo 2).

De igual manera se tienen en cuenta cada una de las herramientas disponibles (Tools), elaboradas para las metodologías mencionadas, ya que permiten establecer elementos importantes como la adicionalidad de las actividades dentro de un proyecto de mitigación de GEI (AR-TOOL 02) y la estimación de fugas por la ocurrencia de incendios forestales o quema de biomasa (AR-TOOL 08) entre otras.

Cuando se indique el uso de una metodología o herramienta, el titular del proyecto debe utilizar las versiones disponibles más recientes.

### 2.4 Otros documentos relevantes

Guía técnica Registro Nacional de Reducción de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero RENARE V 1.0 (08/09/2020)

Informe sobre el desarrollo y supuestos del escenario de mitigación (2020).

Portafolio de medidas sectoriales de mitigación del cambio climático. Contribución determinada a nivel nacional (NDC) de Colombia (2020).

## 3. Definiciones

**Adicionalidad:** característica que permite demostrar de manera clara, eficaz y directa que las reducciones de emisiones o aumento de remociones de GEI se derivan de la implementación de una iniciativa o actividad particular de remoción de GEI, generando un beneficio neto a la atmósfera por reducción o remoción de GEI (Adaptada de Resolución 1447 de 2018).

Es importante tener en cuenta que las actividades que se consideren adicionales deben ser verificables a partir del escenario de línea base que se seleccione ya que en muchas ocasiones la actividad de proyecto y su escenario de línea de base son efectivamente idénticos por lo cual pueden no estar contribuyendo directamente a la reducción de GEI (Adaptado de Daviet *et al.*, 2006).

**Aforestación:** plantación o siembra de individuos arbóreos en áreas donde no ha existido presencia histórica de bosques.

**Área elegible:** corresponde a las áreas pertenecientes al proyecto que cumplen con todas y cada una de las condiciones establecidas por la presente metodología véase 8. Elegibilidad de las Áreas para Proyectos de Remoción CO<sub>2</sub>

**Área protegida:** es un espacio geográfico definido, reconocido y gestionado por medio del sistema legal u otros sistemas eficaces<sup>1</sup>, las cuales tienen como objetivo la conservación a largo plazo de la naturaleza, los servicios ecosistémicos y los valores culturales asociados que se encuentran al interior de este espacio (Adaptado de Dudley, 2008). Están categorizadas de acuerdo con el Decreto 622 de 1997 emitido por la presidencia de la República, el Decreto 1996 de 1999 del Ministerio del Medio Ambiente y el Decreto 2372 de 2010 del MAVDT. Las Áreas Protegidas del país se encuentran registradas en el RUNAP y poseen una categoría de manejo que permite identificar las áreas geográficas no factibles a la aplicación de esta metodología dependiendo la zonificación respectiva que restringe la implementación de proyectos en estas áreas.

**Biomasa:** es todo material de origen biológico incluyendo los residuos y desechos orgánicos, que pueden ser aprovechados como fuente energética. Para efectos de esta metodología se tiene en cuenta la biomasa almacenada en las diferentes coberturas forestales (plantaciones forestales, sistemas agroforestales y cultivos frutales), el almacenado en el suelo (SOC) y el resultante de los residuos forestales (hojarasca, madera muerta, entre otros) los cuales se presentan por condiciones de manejo diferenciadas en cada una de las coberturas forestales mencionadas anteriormente.

**Bosque:** extensión de tierra en la que predomina la cobertura arbórea, pero que a su vez puede contener arbustos, palmas, guaduas, hierbas y lianas. Presenta una densidad mínima del dosel de 30%, una altura mínima del dosel (in situ) de 5 metros y un área mínima de 1,0 ha. Dentro de estos, se excluyen las coberturas arbóreas pertenecientes a plantaciones forestales comerciales, cultivos de palma, y árboles sembrados para la producción agropecuaria (Tomada de la Ley 1931 de 2018).

---

<sup>1</sup> Otros sistemas eficaces son Ramsar, RESNATUR, etc.

**Cambio de uso del suelo (land-use change):** 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.

**Captura de carbono:** Incorporación de CO<sub>2</sub> en reservorios o sumideros, removiéndolo directamente de la atmósfera mediante actividades forestales, agrícolas y otras prácticas que igualmente enriquecen el almacenamiento de carbono en los suelos.

**Co-beneficios:** Son los beneficios adicionales que se pueden obtener de la remoción de emisiones de GEI (objetivo principal de los proyectos de remoción de GEI) y que en múltiples ocasiones no se vislumbran de manera directa dentro de la formulación del proyecto. Estos se pueden presentar a nivel social, ambiental, económico, institucional, entre otros.

**Créditos de carbono:** También denominados bonos de carbono. Es el único instrumento de intercambio dentro del mercado de carbono (perteneciente al mercado de capitales), el cual tiene como finalidad contribuir al aumento de remociones de GEI. Los bonos de carbono son intercambiados como: remociones verificadas basados en proyectos, remociones verificadas voluntarias y permisos de emisión. El bono debe cumplir unas condiciones, principios y exigencias mínimas para su funcionamiento, que permitan garantizar transparencia, seguridad y eficiencia en la compra y venta de estos (Adaptado de Díaz-Cruz, 2016).

**Criterios:** norma, guía o instrucción que define y establece los requisitos para la realización de un proceso o una actividad y que son seleccionados y utilizados para la planificación e implementación de un proyecto de mitigación. Los criterios seleccionados posteriormente serán usados como referencia para confirmar su correcta implementación bajo evidencia objetiva en las etapas de validación y/o verificación.

**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 (Modificado de IDEAM, 2010).

**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*), 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.

**Dasometría:** estudio de las mediciones de los bosques o productos a través de la determinación del volumen de los elementos que lo componen, considerando en tanto los árboles y sus partes que podrán tener aprovechamiento, así como la magnitud y volumen de los productos (Modificado de Romahn & Ramírez, 2010).

**Declaración de verificación:** es un documento que expresa la veracidad de las remociones de CO<sub>2</sub> generadas por el proyecto y puede definir las tCO<sub>2</sub>e correspondientes que posteriormente se convertirán en créditos de carbono. Este documento es realizado por un tercero que está debidamente acreditado dentro del territorio nacional (Adaptada del decreto 926 de 2017 del MHCP).

**Ecuaciones alométricas:** son fórmulas matemáticas que tienen como finalidad la estimación del volumen y/o la biomasa de los árboles. Dicha estimación se efectúa a partir de la relación que existe entre diferentes características físicas de los árboles (altura y DAP por ejemplo) y la biomasa correspondiente que almacenan los árboles por procesos fotosintéticos. Dichas ecuaciones alométricas pueden generarse para masas forestales homogéneas o a nivel individual (por especie). Sin embargo, estas no pueden emplearse de manera general para condiciones fisiográficas y ambientales variables ya que únicamente son aplicables para la zona específica donde se construyó dicha ecuación.

**Emisiones de línea base:** las emisiones de GEI que pueden ocurrir en el escenario de línea base.

**Epidometría:** estudio del crecimiento e incremento de los árboles en el tiempo. Esto se realiza mediante leyes y técnicas que se ejecutan a partir de consideraciones de la edad, el crecimiento diamétrico, la altura y el volumen de los individuos arbóreos.

**Escenario de línea base:** también llamado escenario de referencia. Es el escenario en el cual se establecen las condiciones actuales que se presentan en un determinado territorio en ausencia de un proyecto. Describe detalladamente las fuentes de GEI, reservas y sumideros de carbono que se presentan a la fecha en dicho territorio y a futuro, permitiendo comparar el impacto real de los GEI mitigados de la atmósfera al establecerse y realizar un proyecto con dichos fines.

**Especies pioneras o heliófitas:** especies vegetales que frecuentemente aparecen en estadios sucesionales tempranos, las cuales presentan características como: intolerancia a la sombra, vida corta, reproducción masiva y precoz, crecimiento rápido y distribución diamétrica con comportamiento normal (Modificado de Gallegos *et al.*, 2008).

**Estadios sucesionales tempranos:** son los estados iniciales que se presentan dentro de la sucesión ecológica, dominado por especies pioneras del gremio ecológico de las heliófitas efímeras, las

cuales presentan un alto potencial para el inicio de la regeneración natural y el establecimiento a través del tiempo de coberturas boscosas.

**Factor de tendencia de uso o gestión de la tierra:** se refiere a la tasa de velocidad a la cual se producen los cambios de uso o gestión de la tierra dentro de un periodo de tiempo. Permite ajustar el aumento de las remociones de GEI de referencia para evidenciar cómo los cambios en las prácticas de uso o gestión de la tierra en una zona intervienen en la eliminación de GEI.

**Fecha de inicio del proyecto:** es la fecha en la cual se inician las labores de plantación de las respectivas especies que se identificaron dentro de la etapa de la formulación del proyecto, siendo estas labores de plantación única y exclusivamente desarrolladas dentro del área correspondiente y definida para el establecimiento de las coberturas en cuestión (plantación forestal, sistema agroforestal y/o cultivos frutales).

**Fracción de carbono:** factor numérico determinado para cada componente (suelo, árboles, entre otros), el cual permite el cálculo del carbono almacenado. Cada especie arbórea posee diversos factores asociados con su crecimiento, por lo cual varían de una zona a la otra.

**Fuente de emisiones GEI:** es el proceso físico que libera de manera directa un GEI a la atmósfera. En el sector forestal se consideran los incendios como una fuente importante de emisiones de GEI, o el uso excesivo de fertilizantes nitrogenados.

**Fugas de carbono:** fenómeno en el cual se generan nuevas fuentes de emisión de GEI en zonas que no se encuentran adscritas al proyecto de remoción de CO<sub>2</sub> por cambios en la demanda o por el suministro de productos o servicios asociados, o debido a desplazamiento físico. Estas se pueden presentar en diferentes periodos de tiempo después de la fecha de inicio del proyecto (Adaptado de la ISO 14064-2:2019).

**Gases de efecto invernadero (GEI):** componente gaseoso de origen natural o antropógeno, que absorbe y emite radiación en una longitud de onda específica del espectro de radiación infrarroja, las cuales favorecen el calentamiento global. Dentro de este conjunto se encuentran el CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, HFC, PFC, SF<sub>6</sub>, entre otros (Adaptado de Ballesteros & Aristizábal, 2007).

**Gestión de la tierra:** proceso de planificación, control y ejecución que promueve el uso adecuado y sostenible de la tierra, generando bienestar económico y social, sin que exista una afectación de los ecosistemas estratégicos.

**Incertidumbre:** fenómeno relacionado con los resultados cuantificados el cual representa la dispersión probable de los datos tomados. A partir de esta se determinan los rangos probables que toman los datos de las mediciones realizadas.

**Mantillo (Litter):** capa más superficial del suelo, dentro de la cual se consolidan los procesos de descomposición de la materia orgánica, la disposición de los nutrientes y se establecen los procesos de concentración de carbono del suelo.

**Mitigación:** actividad humana enfocada a la reducción de las emisiones de GEI, mediante actividades o iniciativas de sumideros o reservorios de GEI.

**Monitoreo:** actividades periódicas y estandarizadas las cuales están enfocadas en la determinación, caracterización y evaluación de las remociones que se presentan o se podrían presentar a partir de la implementación de un proyecto de mitigación (aumento o disminución de las remociones de GEI).

**Pago por resultados o compensaciones similares:** es un tipo de instrumento económico empleado y diseñado propiamente para el mercado de créditos de carbono, en el cual se generan créditos de carbono a los titulares del proyecto a partir de las existencias de CO<sub>2</sub> capturado por una cobertura establecida (plantaciones forestales, sistemas agroforestales o cultivos frutales para efectos de la presente metodología).

**Participante del proyecto:** corresponde al individuo u organización que hace parte del proyecto, ya sea como titular del predio o responsable de realizar otras actividades técnicas u operativas dentro de la planificación e implementación del proyecto de GEI.

**Plantaciones forestales:** cobertura de origen antropógeno 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.

**Procedimiento:** documento que especifica como realizar una actividad.

**Programa de certificación de GEI:** organización encargada de la certificación de las remociones logradas por los proyectos de mitigación. Estos formulan una serie de criterios para la realización de los proyectos y permiten luego de la validación y verificación, que los proyectos obtengan la certificación y la asignación de seriales únicos de las remociones de GEI verificadas.

**Proyecto sombrilla:** es el anidamiento de varios predios con enfoque de reducción o remoción de GEI (predio por predio) que dan como resultado un único proyecto de dimensiones mayores. Cada uno de los predios que conforman la sombrilla deben demostrar mediante la documentación requerida, la existencia de plantaciones forestales, sistemas agroforestales o cultivos frutales.

Los predios participantes del proyecto sombrilla deben presentar características similares en cuanto a condiciones ambientales a nivel regional, sin embargo, se pueden presentar variaciones intrínsecas significativas al ser medidos en una escala más detallada.

**Proyecto de GEI:** actividad o actividades que alteran las condiciones de una línea base de GEI y causan reducciones de las emisiones de GEI o aumento de las remociones de GEI (ISO 14064-2:2019).

**Reducción de GEI:** disminución cuantificada de emisiones de GEI entre un escenario de línea base y un proyecto de GEI (ISO 14064-2:2019).

**Remoción de gases efecto invernadero:** cantidad en masa total (tCO<sub>2</sub>e) de GEI removido de la atmósfera mediante sumideros de GEI. (ISO 14064-2:2019)

**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.

**Reservorios de carbono:** elemento distinto a la atmósfera, que presenta la facultad de acumular, almacenar o capturar CO<sub>2</sub> de la atmósfera. Son reservorios de carbono los océanos, suelos o las coberturas boscosas.

**Riesgos:** consecuencia del producto de la amenaza y vulnerabilidad que puede afectar directamente la vida, la salud, los ecosistemas, las especies, los bienes económicos, sociales y/o culturales. Estos existen indistintamente en actividades donde se conoce o no el resultado futuro de alguna acción. En actividades de reforestación se suelen presentar riesgos naturales, como incendios, brote de plagas y enfermedades forestales, entre otras.

**Seguimiento:** actividad cotidiana que determina el mantenimiento de un proyecto de remoción de GEI por un tiempo determinado. Esta actividad permite diagnosticar y evaluar las acciones realizadas al interior de dichos proyectos.

**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.

**Sumideros de carbono:** plantas, océanos o suelos los cuales remueven CO<sub>2</sub> de la atmósfera, lo almacenan y lo concentran dentro de su composición propia.

**Tenencia de la tierra:** es la forma en la cual se “tiene” o “posee” de forma legal una extensión de territorio. Entendiendo que el titular presenta una serie de derechos y obligaciones que hacen efectiva dicha tenencia de la tierra. Se puede presentar de dos formas básicamente: propiedad y arrendamiento (Adaptado de Bruce, 2000).

**Titular del predio:** corresponde al dueño legal del área o terreno donde se encuentra el proyecto de reforestación identificado de acuerdo con la tenencia de tierra, es aquel que realizó las acciones silviculturales para presentar una cobertura que es reforestada.

**Titular del proyecto:** corresponde al individuo u organización que tiene control y responsabilidad total del proyecto de GEI que desea optar por compensaciones debido a la remoción de CO<sub>2</sub>. El titular puede ser el titular del predio u otro que lo represente y tome el control y la responsabilidad del proyecto.

**Uso del suelo:** disposiciones, actividades o tradiciones culturales que se efectúan y dominan en una determinada cobertura terrestre. La determinación del uso del suelo de acuerdo con su vocación reconoce la capacidad natural de soportar características de sostenibilidad, evaluada por una base biofísica. En el territorio colombiano está catalogada en cinco clases: agrícola, ganadera, agroforestal, forestal y de conservación (IGAC, 2012).

**Variación de las reservas de carbono:** resultado de la implementación de proyectos, planes o acciones orientados a la remoción de CO<sub>2</sub> de la atmósfera, disminuyendo progresivamente su presencia conforme al crecimiento de las plantas y contribuyendo a la mitigación del cambio climático.

**Validación:** proceso de evaluación de la sensatez de los supuestos, limitaciones y los métodos que sustentan resultados de actividades futuras, este es ejecutado por un tercero el cual valida.

**Verificación:** es la revisión periódica e independiente en la que se comprueba que la captura de CO<sub>2</sub> es real y medible, determinando si la declaración realizada es correcta.

**Vida útil de la iniciativa:** es el periodo comprendido entre el inicio del proyecto y el cierre de este.

#### 4. Principios Base

El desarrollo de proyectos de reforestación para la remoción de emisiones de GEI que apliquen la presente metodología deberán cumplir con los siguientes principios dentro de sus acciones y procedimientos, por parte de todos los actores.

**Confiabilidad:** Uso adecuado de datos, variables y modelos de fuentes reconocidas y técnicamente sustentadas para la estimación del CO<sub>2</sub> atmosférico removido.

**Consistencia:** Congruencia continua en el tiempo para la obtención de datos y modelos aplicados a los cálculos de estimaciones de emisiones y reducciones de CO<sub>2</sub>.

**Exactitud:** Apropiación de las acciones que minimicen la incertidumbre, para generar resultados precisos de reducciones y emisiones que aumenten la confianza, comparabilidad, consistencia y reproducibilidad.

**Exhaustividad:** Incorporación de todas las fuentes de emisiones o remociones de CO<sub>2</sub> en el análisis y estimaciones, evitando la sobre o subestimación.

**Pertinencia:** Elección de acciones, fuentes, sumideros y reservorios apropiados con el contexto, las características del proyecto, condiciones medio ambientales e información oficial.

**Relevancia:** Utilizar los datos, métodos, criterios y supuestos apropiados para el uso que se pretende dar a la información comunicada.

**Transparencia:** Publicar, proveer y disponer la información que permita a los usuarios y los interesados entender el alcance, la cobertura, las limitaciones, los supuestos usados y los cálculos de cuantificación. Permitiendo a su vez a los actores tomar decisiones para la mejora del proyecto y de la información empleada para la verificación.

## 5. Alcance

La presente metodología presenta los requisitos para la determinación de la línea base, la cuantificación de las remociones de CO<sub>2</sub> de la atmósfera, el seguimiento y monitoreo de manera adecuada y correspondiente a cada una de las actividades de mitigación por desarrollar en los proyectos enmarcados dentro de los sectores Agrícola o Forestal (AFOLU), implementando coberturas arbóreas mediante el cambio de uso del suelo. mencionadas a continuación:

- a) Plantaciones Forestales
  - 1. Plantaciones Forestales con fines maderables;
  - 2. Plantaciones Forestales para la obtención de PFMN, y
  - 3. Plantaciones Forestales con múltiples fines.
- b) Sistemas Agroforestales
- c) Cultivos Frutales

Los proyectos que implementen esta metodología deben considerar los requisitos técnicos establecidos normativamente dentro del país y cada una de las pautas sugeridas por CONIF (1997), para el establecimiento de plantaciones comerciales en Colombia y lo requerido por la normativa que le compete.

### 5.1 Cambios post registro

Esta metodología permite el cambio de parámetros o inclusión de nuevas áreas al proyecto, siempre y cuando se presente la debida sustentación y rigor metodológico. Sin embargo, es importante aclarar que posterior a la validación los parámetros clave del proyecto como fecha de inicio, duración del proyecto, entre otros.

## 6. Condiciones de Aplicabilidad

Esta metodología es aplicable únicamente si el proyecto AFOLU cumple las siguientes condiciones:

- a) Se debe demostrar que 10 años antes de la fecha de inicio del proyecto, el área del proyecto sólo incluye coberturas catalogadas como "No Bosque" según la clasificación CORINE Land Cover adaptada por el IDEAM para Colombia.
- b) La implementación del proyecto y las áreas donde se implementa, no incurren en una violación de la ley.

## Metodología AFOLU 001

- c) El área del proyecto debe estar establecida en suelos con aptitud forestal, según lo estipulado por la UPRA o cualquier otra entidad competente dentro de la zona en la que se implementará el proyecto. De encontrarse el proyecto en zonas no aptas según la Zonificación Forestal con fines comerciales, o zonificación de aptitud para el establecimiento de cacao (*Theobroma cacao*), caucho (*Hevea brasiliensis*), Mango (*Mangifera indica*) y aguacate Hass (*Persea americana*) desarrollada por la UPRA presentes en el SIPRA o alguna adicional que se publique posteriormente. Lo anterior, se debe demostrar mediante documentos técnicos y/o estudios científicos que constaten que las especies a implementar presentarán un crecimiento similar a los obtenidos para la(s) misma(s) especie(s) en zonas donde se tiene aptitud media o aptitud alta según esta zonificación.
- d) Se debe comprobar mediante la documentación correspondiente, que el titular o los titulares del predio o los predios son propietarios legales de la extensión de terreno total donde se efectuará el proyecto o poseen el derecho del uso de la tierra (véase *Tenencia de Tierra*).
- e) La preparación del sitio para el establecimiento del proyecto debe ser realizada mediante buenas prácticas que no afecten sustancialmente las características de los suelos. Se debe evitar la implementación de prácticas inadecuadas como la quema, la aplicación excesiva de agroquímicos sin considerar el potencial que posee el suelo para el crecimiento de los individuos arbóreos o establecer la plantación sin tener en cuenta la topografía del predio.
- f) Cuando se adicionan nuevas áreas al área del proyecto con coberturas establecidas con anterioridad, no deben incluirse zonas destinadas para la realización de compensaciones del medio biótico.
- g) Para los proyectos donde la fecha de inicio sea posterior a la fecha de publicación de esta metodología, se debe identificar que el uso de las especies por implementar, según las coberturas a establecer dentro de cada proyecto, sean acordes con las características climáticas, edafológicas y ambientales correspondientes a la zona destinada para el desarrollo del proyecto  
Esto se debe realizar mediante un análisis multicriterio enfocado en la evaluación de la fisionomía de las especies y su potencial de crecimiento de acuerdo con las características edafoclimáticas del área del proyecto.
- h) Las coberturas implementadas en el proyecto deben estar sometidas a tratamientos de carácter silvícola o manejo adecuado que les permitan a las especies desarrollarse y permanecer en el área para capturar el CO<sub>2</sub> atmosférico.

### 6.1 Requerimientos para proyectos sombrilla

Para que un proyecto sombrilla pueda aplicar esta metodología debe cumplir con lo siguiente:

- a) Debe establecerse en zonas de vida homogénea al interior de la sombrilla, de acuerdo con la clasificación desarrollada por Holdridge (1996), y teniendo en cuenta los índices

## Metodología AFOLU 001

requeridos para la categorización, provenientes de información oficial del IDEAM o a partir de estudios realizados en la zona.

- b) Los departamentos y municipios en las cuales se encuentren establecidos los proyectos deben ser limítrofes, mostrando una continuidad del proceso de captura de carbono.
- c) Las áreas reforestadas deben contar con condiciones mínimas de manejo de los individuos plantados, teniendo en cuenta el tipo de proyecto que maneja la presente metodología (Plantaciones forestales, SAF y cultivos frutales).
- d) Todas y cada una de las condiciones de aplicabilidad, elegibilidad y adicionalidad presentadas en la presente metodología.

Estas condiciones delimitan el área máxima con la que puede contar un mismo proyecto sombrilla, reduciendo la incertidumbre de los valores calculados al disminuir la variabilidad de las condiciones en el área perteneciente al proyecto sombrilla.

### 7. Descripción del Proyecto

El titular del proyecto debe documentar su contexto en un documento de descripción del proyecto que incluya como mínimo lo siguiente:

- a) El título del proyecto, sus propósitos y objetivos. El titular del proyecto debe indicar si tiene como propósito participar en el mecanismo de no causación del impuesto al carbono (aplica para Colombia) o en otro tipo de iniciativas con condiciones adicionales (ej. CORSIA)
- b) La identificación del titular del proyecto, describiendo sus funciones y responsabilidades en el proyecto;
- c) La identificación del titular o titulares del predio o predios del proyecto describiendo sus funciones y responsabilidades en el proyecto;
- d) La identificación de otros participantes del proyecto diferentes a los titulares, describiendo sus funciones y responsabilidades en el proyecto;

Nota: La identificación de los titulares y participantes debe incluir el documento de identidad, el nombre completo, el número de contacto y la razón social.

- e) La definición del tipo de iniciativa o cobertura a la cual pertenece el proyecto;
- f) La determinación del alcance del proyecto, de acuerdo con las políticas o metas a nivel nacional, regional o sectorial;
- g) La certificación de la titularidad y tenencia de la tierra por parte de la persona o personas que se identifiquen como titulares en el área del proyecto (véase Tenencia de Tierra);
- h) Las fuentes, sumideros o reservorios de GEI que se impactan con la implementación de las actividades de mitigación (por ejemplo: consumo de combustible y reforestación);
- i) El plan de establecimiento y manejo forestal (PEMF) aprobado o en proceso de aprobación para el proyecto. Este deberá describir como mínimo las especies empleadas, densidad de

## Metodología AFOLU 001

siembra, fertilización, tratamientos silvícolas, turnos de aprovechamiento, entre otros aspectos que se deben presentar según las directrices establecidas por el Decreto 1071 de 2015 en su Parte 3, Título 1, Capítulo 3 o en su defecto la reglamentación que la modifique.

- j) Un análisis de riesgo identificando aquellos riesgos que podrían afectar significativamente los resultados esperados del proyecto o metas de mitigación que son diferentes a los de permanencia y las medidas para su mitigación.

Nota: los riesgos asociados a no permanencia deben presentarse según lo establecido en el numeral 17.

- k) El establecimiento de las metas de mitigación de CO<sub>2</sub> (expresadas en CO<sub>2</sub>e) proyectadas durante la vida útil del proyecto.
- l) El plan de implementación del proyecto de GEI que incluya la duración de la iniciativa (en años) durante los cuales se logran las remociones de CO<sub>2</sub> (expresadas en tCO<sub>2</sub>e) indicando la fecha de inicio y terminación del proyecto (en formato dd/mm/aaaa), las frecuencias posibles de seguimiento e informe de resultados en la implementación del proyecto y las posibles fechas para realizar validación o verificación;
- m) Los co-beneficios esperados de la implementación del proyecto (económicos, sociales, ambientales, institucionales, entre otros). Los co-beneficios deben ser evaluados en la implementación del proyecto (ex-post) a partir de indicadores pertinentes, con el fin de determinar su veracidad (véase Anexo 3. *Identificación de los posibles co-beneficios del proyecto*).

## 8. Elegibilidad de las Áreas para Proyectos de Remoción CO<sub>2</sub>

El titular del proyecto de reforestación que busque optar a pagos por remociones de GEI debe demostrar que las áreas cumplen con las siguientes características:

- a) El área total y limítrofe del proyecto no pertenece durante un mínimo 10 años preliminares al inicio del proyecto a coberturas catalogadas como "Bosque", de acuerdo con la definición del SMByC, ni son el resultado de la deforestación.
  - 1. Esto debe ser demostrado mediante análisis multitemporal de las coberturas presentes durante por lo menos los 10 años preliminares al establecimiento del proyecto. Dicho análisis multitemporal se realizará teniendo como insumos fotografías aéreas o imágenes satelitales (escala mínima de 1:100.000), que posteriormente serán identificadas mediante las categorías establecidas por la clasificación CORINE Land Cover adaptada por el IDEAM para Colombia. En el caso de que no se cuente con los correspondientes insumos para la realización del análisis multitemporal se podrán presentar documentos, mapas o información de carácter oficial expedida por las correspondientes autoridades ambientales que

## Metodología AFOLU 001

- permitan verificar las coberturas preexistentes en el área o el uso del suelo que se ha presentado en el área en cuestión.
2. La localización geográfica, con los límites georreferenciados debe realizarse por medio de un GPS, que permita identificar el polígono correspondiente en un archivo tipo shapefile (.shp). Este archivo debe presentar el sistema de información geográfico correspondiente, con el sistema de referencia nacional MAGNA SIRGAS teniendo en cuenta la Resolución 471 de 2020 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (Por la cual se establecen las especificaciones técnicas mínimas que deben tener los productos de la cartografía básica oficial de Colombia y se reglamenta el origen nacional de proyección cartográfica).
- b) En las áreas del proyecto no se deben presentar estadios sucesionales tempranos del bosque al momento de la implementación del proyecto. Lo anterior, debe ser corroborado inicialmente a partir de ortofotos recientes (preferiblemente que concuerden con la fecha de inicio del proyecto) y que no superen la escala 1:15.000 para facilitar la presencia/ausencia de árboles aislados que no son visibles en primera instancia por el análisis multitemporal.
1. Si se evidencia la presencia de estos o no se cuenta con los insumos (ortofotos) respectivos para la identificación de los árboles aislados, se debe realizar una visita al área en cuestión por parte de un interventor calificado, con el fin de identificar que no se cuenta con rebrotes de árboles remanentes o que las áreas cuentan con la presencia de especies catalogadas como pioneras de acuerdo con información bibliográfica.
- c) Cumplir con las condiciones de aplicabilidad y requerimientos solicitados por la presente metodología.

La información geográfica y cartográfica debe cumplir con los requerimientos de la NTC 5043 de 2010 y NTC 5660 de 2010 o en su defecto la versión más reciente que las modifique. El(los) metadato(s) deben contar con el sistema de referencia nacional MAGNA SIRGAS, teniendo en cuenta el nuevo origen reglamentado en la Resolución 471 de 2020 y su posterior actualización por la Resolución 529 de 2020 emitidas por el del IGAC o quien haga las veces.

La identificación de las coberturas naturales de "Bosque o No bosque" se dará bajo la metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia o las adaptadas a las necesidades de identificación, definidas por el IPCC para inventarios nacionales de GEI; la clasificación se basará de acuerdo con la propuesta de leyenda por el IDEAM (Cabrera *et al.*, 2011) (véase Anexo 4. Clasificación de "Bosque o No Bosque" de acuerdo con el IPCC/CLC adaptada para Colombia.)

### 8.1 Cobeneficios

El proyecto debe generar aportes al desarrollo socioeconómico con enfoque a los ODS en las comunidades cercanas a las áreas del proyecto. Para demostrar el aporte, el titular del proyecto debe monitorear y reportar por lo menos el cumplimiento de una de las metas asociadas a los ODS presentadas en la Tabla 1. El cumplimiento de las metas se debe calcular con base a informes, documentos y/o registros trazables y verificables. El proyecto debe establecer un cronograma para la implementación de actividades que aseguren el cumplimiento de la meta seleccionada y propender al cumplimiento de mínimo uno de estos dentro de la vida útil del proyecto.

Tabla 1. Indicadores para evaluar el cumplimiento de los ODS.

| ODS  | Meta  |
|--|---|
| 1. Fin de la pobreza                       | Empleabilidad de por lo menos el 70% del personal directo a habitantes que residan dentro de una distancia menor o igual a 18 km <sup>2</sup> de radio respecto del límite más cercano del proyecto, residiendo antes del inicio de este. |
| 2. Hambre cero                             | Apoyo económico por medio de bonos de mercado a por lo menos 50% de los empleados con núcleo familiar.  |
| 3. Salud y bienestar                       | La totalidad de los trabajadores directos contará con un contrato laboral legal (según la legislación nacional) que cuenten con afiliación a seguridad social y caja de compensación familiar.  |
| 4. Educación de calidad                    | El proyecto contribuirá a la permanencia del instituto escolar regional mediante apoyo económico o en su defecto a profesores que incentiven mediante proyectos al cuidado del medio ambiente.  |
| 5. Igualdad de género                      | Empleabilidad a por lo menos 50% del personal directo a mujeres.  |
| 8. Trabajo decente y crecimiento económico | La totalidad de los trabajadores directos contará con un contrato laboral legal (según la legislación nacional) que cuente con seguridad social, riesgos profesionales y vacaciones.  |
| 10. Reducción de las desigualdades         | El proyecto ofrece por lo menos una beca universitaria al hijo(a) del trabajador(a) con las mejores notas en los últimos dos grados de bachillerato.  |

<sup>2</sup> La determinación del radio de 18 km para identificar el municipio más cercano donde residan los participantes del proyecto se halló a partir del área promedio municipal nacional.

En caso de presentarse titulares de predios que poseen áreas de reforestación en diferentes zonas ajenas a las presentes en el proyecto sombrilla, única y exclusivamente se debe hacer el monitoreo de cumplimiento de los ODS sobre las variables pertenecientes al proyecto sombrilla.

Es necesario que todas las áreas pertenecientes al proyecto sombrilla cumplan como mínimo, una de las metas presentadas en la Tabla 1 (sin que obligatoriamente sea el mismo), de lo contrario no será elegible el proyecto sombrilla en cuestión.

El cumplimiento y por tanto el monitoreo de estos ODS deberá darse desde la fase de validación y primera verificación de manera obligatoria, para identificar el grado de avance que presentan en el cumplimiento de por lo menos alguno de los ODS. A partir de esto si en la primera verificación no se cumplen se deberá propender por su cumplimiento en la segunda verificación. Si en el momento de la segunda verificación del proyecto no ha cumplido ninguno de los ODS, el titular del proyecto puede reemplazar el aporte a los ODS mediante la destinación de por lo menos el 30% del área equivalente del proyecto a áreas destinadas a la restauración ecológica por fuera del área del proyecto, esto se debe hacer efectivo en la tercera verificación del proyecto. Estas áreas deben estar establecidas y fundamentadas de acuerdo con documentos oficiales y/o aprobados por la CAR.

Como resultado de la evaluación de los indicadores presentados anteriormente (véase Tabla 1), el titular del proyecto deberá presentar una matriz que constate el cálculo del indicador que desea aplicar además de las fuentes oficiales de donde se obtuvo la información que sirvió de insumo para el cálculo de uno o varios indicadores según sea el caso.

## 9. Fuentes, Sumideros y Reservorios de GEI Pertinentes del Proyecto

Los FSR de GEI que se contemplan dentro de los respectivos proyectos que implementen la presente metodología se presentan en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y fueron establecidas según lo descrito por el IDEAM (2007) y por el GCE. Para las actividades que pueden ser desarrolladas bajo esta metodología y según el Alcance (numeral 5), deben considerar como mínimo los siguientes FSR de GEI para que son pertinentes para la línea base y seguimiento del proyecto:

*Tabla 2. Fuentes, sumideros y reservorios de GEI seleccionados y pertinentes del proyecto.*

| Fuentes              | GEI seleccionado | Incluido | Justificación  |
|----------------------|------------------|----------|--|
| Incendios Forestales | CO <sub>2</sub>  | No       | <p>Dentro de esta metodología no se considera el empleo de quemadas controladas para la preparación del sitio, ni para darle manejo a las coberturas forestales implementadas, pero se tiene en cuenta la posible ocurrencia de incendios forestales espontáneos que no sean recurrentes en el área correspondiente al proyecto en cuestión. Por lo tanto, si ocurren este tipo de contingencias es obligatorio hacer el cálculo de emisiones de N<sub>2</sub>O y CH<sub>4</sub> que se generen a raíz de estas eventualidades.</p> <p>Las emisiones de CO<sub>2</sub> no se consideran por ser de carácter biogénico.</p> |
|                      | N <sub>2</sub> O | Si       |  |
|                      | CH <sub>4</sub>  | Si       |  |
| Fertilización        | N <sub>2</sub> O | Si       | <p>Entendiendo que la aplicación de fertilizantes para el establecimiento o manejo de cualquiera de las coberturas forestales que cubra la presente metodología es necesaria en algunos casos para el correcto desarrollo de estas, se permite la realización de esta actividad.</p> <p>Sin embargo, es requerido hacer la cuantificación de las correspondientes emisiones de N<sub>2</sub>O que se generan a raíz de la implementación de estas actividades.</p>   |

En los casos donde la línea base considere actividades diferentes a las agrícolas, forestales y otros usos del suelo o AFOLU y que no necesiten fertilización, no deben incluir las emisiones de N<sub>2</sub>O.

Las fuentes de emisión de CO<sub>2</sub> debidas a actividades complementarias en los proyectos como el aprovechamiento forestal maderero y de PFNM en la etapa de implementación, deben ser estimados dentro de las variaciones que presenten los sumideros de CO<sub>2</sub> que posea el proyecto en los años venideros en que sean calculados. Esto de igual manera, se verá reflejado en caso de que se presenten incendios forestales espontáneos (IDEAM, 2007) en las coberturas correspondientes al proyecto.

El titular de la iniciativa deberá considerar los criterios establecidos en la sección 9 y 10 para identificar las FRS de GEI pertinentes al proyecto y, en caso de ser necesario incluir o excluir FRS deberá justificar los criterios aplicados.

## 10. Sumideros o Depósitos de Carbono y Fuentes de CO<sub>2</sub> Seleccionados

Tabla 3. Depósitos de Carbono seleccionados

| Depósito                | Componente                 | Tipo      | Justificación   |
|-------------------------|----------------------------|-----------|---|
| Biomasa Viva            | Biomasa aérea              | Requerido | Es el componente principal que refleja el almacenamiento de CO <sub>2</sub> y que en ausencia del proyecto sería nulo.  |
|                         | Raíces                     | Opcional  | Teniendo en cuenta al IDEAM (2011) que excluye las raíces finas (< 2 mm de diámetro) dentro de este componente, se espera que en concordancia con lo reflejado en la biomasa aérea este depósito de carbono aumente proporcionalmente.  |
| Materia Orgánica Muerta | Detritos o madera muerta   | Opcional  | El crecimiento de estos depósitos está definido según las especies seleccionadas para cada tipo de cobertura, las condiciones propias del lugar de realización del proyecto y de los manejos realizados sobre dichas coberturas, por lo cual podrían incrementar o no.          |
|                         | Hojarasca                  | Opcional  |   |
| Suelos                  | Materia orgánica del suelo | Opcional  | Se espera que la materia orgánica en el suelo se incremente de manera significativa, pero a una menor tasa que los diferentes tipos de depósitos descritos anteriormente ya que depende del uso del suelo, la topografía y las condiciones climáticas (Ruiz & Somarriba, 2002). |

## 11. Tenencia de Tierra

La demostración del derecho de uso y/o tenencia de la tierra por parte del titular del proyecto que desee adoptar la presente metodología, se realiza mediante documentación oficial presentada a continuación, teniendo en cuenta que el certificado de tradición y libertad debe ser obligatorio en todos los casos.

- a) Certificado catastral o boletín de nomenclatura;
- b) Certificado de tradición y libertad;
- c) Escritura pública; y
- d) Matricula inmobiliaria.

Los documentos anteriormente mencionados deben haber sido expedidos como máximo en los 50 días preliminares a la fecha de validación y/o verificación según sea el caso.

En el caso de que el titular del proyecto actúe como persona arrendataria este deberá presentar el contrato de arrendamiento, que certifique el periodo de arrendamiento y que este concuerde con la vida útil del proyecto de reforestación.

No estarán sujetas a incorporación en proyectos de remoción de CO<sub>2</sub> las áreas o predios en zonas con terrenos baldíos, con falsa tradición, traslapados con territorios colectivos de comunidades étnicas, bienes fiscales o públicos, predios con medidas de protección por vías de acuerdo con la Ley 387 de 1997 o bienes en proceso de extensión de dominio.

## 11. Escenario de Línea Base

Los titulares deben determinar el escenario de línea base partiendo de documentos oficiales adecuados para su identificación. La línea base será seleccionada a partir de los criterios determinados en la Tabla 2, por el CMNUCC y el marco legal aplicable justificando su elección, incluyendo:

- a) Variaciones existentes o históricas, de acuerdo con las reservas de carbono en los límites del proyecto;
- b) Variaciones en las reservas de carbono, dentro del área del proyecto, del uso del suelo considerando barreras de inversión;
- c) Variaciones en las reservas de carbono, identificando el uso del suelo probable al inicio del proyecto en los límites de este.

La identificación y selección del escenario de línea base, se dará de acuerdo con la información disponible sobre las fuentes, sumideros y reservorios de carbono, así como de las actividades y tecnología que se tienen antes de la implementación del proyecto en el área, priorizando información de fuentes oficiales locales, regionales y nacionales, disponibilidad y confiabilidad de datos de origen académico, de supuestos técnicos, económicos y ambientales que existen en el área perteneciente al proyecto.

Las fuentes de datos deben ser apropiadas y confiables. El titular del proyecto debe justificar las razones para su selección y utilización. 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 lo siguiente:

**a) Fecha de inicio del proyecto:** Fecha en la cual comienzan las actividades de establecimiento de los individuos vegetales que producirán remociones de CO<sub>2</sub> y no debe superar los diez años previos al proceso de validación del proyecto. La fecha de inicio debe ser verificable mediante registros fotográficos, recibos, contratos o similares.

**b) Identificación del uso del suelo predominante:** El titular debe identificar el uso del suelo previo al proyecto a partir del uso histórico y documentado que se presenta en el área considerando que la existencia de dicho uso del suelo debe ser de por lo menos 10 años anteriores al establecimiento del proyecto.

## 12. Adicionalidad

Los procedimientos para evaluar la adicionalidad de un proyecto que deben ser implementados y documentados por el titular, se presentan en los siguientes apartados (véase

*Comparativa con el escenario de línea base y Análisis de barreras*).

### 12.1 Comparativa con el escenario de línea base

La adicionalidad mediante este componente se demuestra cuando el proyecto cumple las condiciones establecidas a continuación:

- a. Se demuestre por parte del titular del proyecto que las remociones de CO<sub>2</sub> no se hubiesen dado en ausencia de la implementación de la iniciativa, generando un cambio neto positivo de los depósitos de carbono y beneficios respecto de la línea base. La evaluación se realiza a partir de una comparación entre el escenario de línea base y el escenario con proyecto mediante la Tabla 3.

*Tabla 3. Carbono capturado de acuerdo con el tipo de cobertura natural.*

| Cobertura | Carbono/hectárea<br>(tCO <sub>2</sub> /ha) |
|-----------|--|
|-----------|--|

|                   |   |      |
|-------------------|---|------|
|                   | <b>Plantación forestal (Valor de referencia)</b>  | 89,9 |
|                   | <b>Cultivos permanentes (Valor de referencia)</b> | 28,9 |
| Tierras agrícolas | Áreas agrícolas heterogéneas                      | 5,8  |
|                   | Cultivos transitorios                             | 4,2  |
| Praderas          | Pastos  | 6,4  |
|                   | Herbazales  | 14,1 |
| Asentamientos     | Áreas urbanizadas                                 |      |
| Otras tierras     | Otras áreas sin vegetación                        | 0    |
|                   | Zonas quemadas                                    |      |

Adaptada de Yepes *et al.* (2011)

Si el escenario con proyecto presenta mayores remociones de CO<sub>2</sub> comparado con la cobertura preexistente se categoriza el proyecto como adicional. Demostrado el cumplimiento de la Tabla 3, se determina que el proyecto en cuestión presenta una adicionalidad parcial que debe ser ratificada por el titular del proyecto, a partir del análisis de barreras modificado de la AR-TOOL 02<sup>3</sup> y presentado en el apartado siguiente (*véase Análisis de barreras*).

## 12.2 Análisis de barreras

El análisis de barreras sirve para identificar posibles adversidades en diferentes ámbitos (ecológicas, de tradición, institucionales, tecnológicas, entre otras) que se podrían presentar para la implementación del proyecto en cuestión, sin la aplicación a créditos de carbono y evaluar cuáles de los escenarios de uso del suelo identificados en el *Paso 1* no se ven impedidos por dichas barreras.

Las barreras deben ser consecuentes y deben explicar los posibles efectos que se pueden presentar al momento de implementar el proyecto, entendiendo la escala de aplicación de estos y los beneficios que se obtienen por la implementación del proyecto y con esto ayudar a superar dichas barreras. Para la realización de este análisis se debe realizar los siguientes pasos:

**Paso 1.** *Identificación de los escenarios alternativos de uso del suelo factibles.*

Se listan los posibles escenarios usos de suelo alternativos al proyecto teniendo en cuenta la veracidad y la probabilidad de que estos se presenten según las propiedades del suelo, las condiciones topográficas y las clases agrológicas del suelo.

[Combined tool to identify the baseline scenario and demonstrate additionality in A/R CDM project activities \(Version01\) \(unfccc.int\)](https://unfccc.int/combined-tool-to-identify-the-baseline-scenario-and-demonstrate-additionality-in-ar-cdm-project-activities-version-01)

Para la identificación de estos se podrá tener en cuenta cada uno de los documentos disponibles para el área del proyecto como los Planes de Ordenamiento Territorial-POT, Esquemas de Ordenamiento Territorial-EOT, Plan Básico de Ordenamiento Territorial-PBOT, Planes de Ordenación y Manejo de la Cuenca Hidrográfica-POMCA y/o las respectivas zonificaciones de uso del suelo, entre otros. Para que sean validos cada uno de los escenarios identificados a partir de estos documentos se debe tener en cuenta la vigencia que poseen dichos documentos. Por otra parte, también se podrá tener en cuenta la vocación de uso del suelo en las respectivas áreas del proyecto o la práctica común que se tiene en las áreas circundantes al proyecto.

**Resultado del Paso 1.** Se obtendrá una lista de escenarios alternativos de uso del suelo (mínimo 4) fácilmente corroborados que ocurrirán en ausencia del proyecto. Si se encuentran escenarios que sean similares a los que se pretende implementar a partir del proyecto se debe justificar adecuadamente la contribución del proyecto en cuestión al cumplimiento de objetivos claros que no serían alcanzables en ausencia de este. A este listado se añadirá el escenario con proyecto

**Paso 2.** *Identificar las barreras que impedirían la aplicación del escenario propuesto.*

Se identifican barreras propias para cada uno de los proyectos en cuestión. Entre estas barreras se pueden incluir algunas de las establecidas en la AR-TOOL 02 las cuales se presentan a continuación y han sido adaptadas para las condiciones propias del país.

#### Barreras de inversión:

- a. Los proyectos sólo se han ejecutado mediante auxilios económicos u otras condiciones de financiación no comercial.
- b. No se dispone de capital propio. De igual manera la inversión privada es inexistente a raíz de la presencia de riesgos reales o percibidos asociados a las inversiones que se pueden presentar en la zona geográfica perteneciente al proyecto.
- c. No se dispone de financiación de la deuda para los escenarios de uso de la tierra
- d. Falta de acceso al crédito.
- e. No existe disponibilidad de recursos económicos para el mejoramiento continuo de la calidad en los suelos, esto con el fin de desarrollar mayores rendimientos y mejores condiciones dentro.

#### Barreras institucionales:

- a. Falta de vinculación institucional por lo cual se puede presentar un desconocimiento de las leyes y normativas necesarias para la implementación de escenarios de uso del suelo.
- b. Falta de la delimitación real y actualizada con una escala acorde de los usos recomendados del suelo en el territorio.

#### Barreras tecnológicas:

## Metodología AFOLU 001

- a. Falta de acompañamiento técnico por parte de personal adecuado para el establecimiento y manejo pertinente de proyectos de utilización del suelo.
- b. Falta de infraestructura y acceso a tecnologías modernas para la aplicación de buenas prácticas relacionadas con el uso del suelo.

### Barreras relacionadas con la tradición local:

- a. Conocimientos tradicionales o falta de ellos, leyes y costumbres, condiciones y prácticas de mercado;
- b. Equipo y tecnología tradicionales.

### Barreras debidas a la práctica predominante:

- a. El escenario de uso de la tierra es el "primero de su tipo": Ninguna actividad de este tipo está actualmente en funcionamiento en la región del proyecto.

### Barreras debidas a las condiciones ecológicas locales:

- a. Suelos degradados (por ejemplo, erosión hídrica/eólica, salinización, etc.).
- b. Eventos catastróficos naturales y/o inducidos por el hombre (por ejemplo, deslizamientos de tierra, incendios, etc.).
- c. Condiciones meteorológicas desfavorables (por ejemplo, heladas tempranas o tardías, sequía).
- d. Especies oportunistas omnipresentes que impiden el uso de la tierra (por ejemplo, pastos, malezas).
- e. Curso desfavorable de la sucesión ecológica.
- f. Presión biótica en términos de pastoreo, recolección de forraje, etc.

### Barreras debidas a las condiciones sociales:

- a. Presión demográfica sobre la tierra (por ejemplo, aumento de la demanda de tierras debido al crecimiento de la población);
- b. Conflicto social entre grupos de interés en la región donde se lleva a cabo el proyecto;
- c. Prácticas ilegales generalizadas (por ejemplo, pastoreo ilegal, extracción ilegal de PFNM y tala de árboles).
- d. Falta de mano de obra calificada y/o adecuadamente capacitada.
- e. Falta de organización de las comunidades locales.

### Barreras relacionadas con la tenencia de la tierra, la propiedad, la herencia y los derechos de propiedad:

- a. No existe formalidad en la tenencia de la tierra y por ende se presentan vacíos de información importantes (legales) para la definición de estas

## Metodología AFOLU 001

- b. La propiedad comunal de la tierra con una jerarquía de derechos para los diferentes interesados limita los incentivos para emprender los escenarios de uso de la tierra;
- c. Falta de legislación y reglamentación adecuadas en materia de tenencia de la tierra para apoyar la seguridad de la tenencia;
- d. Ausencia de derechos de propiedad claramente definidos y regulados en relación con los productos y servicios de los recursos naturales;
- e. Sistemas de tenencia formales e informales que aumentan los riesgos de fragmentación de la propiedad de la tierra;
- f. Barreras relacionadas con los mercados, el transporte y el almacenamiento;
- g. Los mercados no regulados e informales de productos y servicios impiden la transmisión de información eficaz a los participantes en el proyecto;
- h. La lejanía de la superficie terrestre y la falta de desarrollo de carreteras e infraestructura generan grandes gastos de transporte, lo que dificulta la competitividad y la rentabilidad de los productos derivados del uso de la tierra;
- i. Posibilidades de grandes riesgos de precios debido a las fluctuaciones de los precios de los productos durante el período del proyecto en ausencia de mercados y mecanismos de seguro eficientes;
- j. La ausencia de instalaciones para convertir, almacenar y añadir valor a los productos derivados del uso de la tierra limita las posibilidades de captar rentas del escenario de uso de la tierra.

**Resultado del Paso 2.** A partir de la realización de este análisis se obtiene una lista de barreras que pueden impedir uno o más escenarios de utilización del suelo identificados en el Paso 1.

**Paso 3.** *Identificar a partir de las barreras encontradas que la venta de créditos de carbono contribuye a la superación de alguna de estas*

La evaluación de una barrera se puede realizar a partir del nivel de acceso a la información, las tecnologías, la mano de obra calificada y su disponibilidad en la región en que se encuentra el proyecto.

Es importante que la justificación de las diferentes barreras y la identificación de los escenarios que no se ven impedidos por ninguna de las barreras descritas para su implementación (*Paso 2*), estén sustentados debidamente mediante documentos que en la medida de lo posible sean actualizados y estén en vigencia. Dentro de los documentos que se pueden presentar para la verificación de las barreras se encuentran:

- a) Disposiciones legales y normativas pertinentes.
- b) Estudios o encuestas (sectoriales) detallados aplicables a los escenarios de uso del suelo identificados (por ejemplo, estudios de mercado, estudios tecnológicos, etc.). Estos podrán ser realizados por universidades, instituciones de investigación, asociaciones, empresas, instituciones bilaterales/multilaterales, etc.

- c) Datos estadísticos pertinentes procedentes de estadísticas nacionales (DANE) o internacionales.
- d) Documentación de datos de mercado pertinentes (por ejemplo, precios de mercado, aranceles, normas).
- e) Documentación técnica o dictámenes de expertos independientes de organismos gubernamentales o no gubernamentales relacionados con cada uno de los sectores encontrados en los diferentes escenarios de uso del suelo o mediante expertos individuales, instituciones educativas (por ejemplo, universidades, escuelas técnicas, centros de capacitación), asociaciones profesionales, entre otros.

**Resultado del Paso 3.** Si se identifica que el proyecto contribuye a la superación real de alguna de las barreras identificadas en el Paso 2 a partir de la transferencia de tecnología, el proyecto es considerado adicional.

## 13. Cuantificación del CO<sub>2</sub> Mitigado

### 13.1 Estratificación.

La estratificación descrita en este apartado del documento se debe aplicar únicamente dentro del proyecto sombrilla y en aquellos proyectos que presenten diferencias al interior de su área en cuanto a las variables presentadas en los numerales subsiguientes.

Con el fin de representar geográficamente los estratos incluidos dentro del proyecto sombrilla, se georreferenciarán las coberturas diferenciando el tipo de cobertura, la especie plantada, la edad y el volumen de madera; de esta manera se permitirá tener una noción clara de los estratos a partir de polígonos georreferenciados adecuadamente.

### 13.2 Variables de Estratificación

#### 13.2.1 Tipo de Cobertura

La variable fundamental para la estratificación es el tipo de cobertura implementada en el área, entendiendo que estas solamente pueden pertenecer a uno de los tipos de cobertura que desarrolla la presente metodología (plantaciones forestales, SAF, cultivos frutales).

### 13.2.2 Especie(s) plantada(s)

Dadas las condiciones propias que posee cada especie para capturar CO<sub>2</sub>, se debe establecer la estratificación de las áreas con respecto a las especies arbóreas plantadas dentro de cada proyecto para obtener una cuantificación más detallada por especie implementada en cada tipo de cobertura, reduciendo la incertidumbre generada partir de la cuantificación realizada y evidenciando posteriormente las diferentes tasas de captura que se pueden encontrar 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 por este criterio debe ser el obtenido de la especie arbórea que predomina dentro del área del predio.

### 13.2.3 Edad de la plantación

La edad del estrato se debe clasificar en cuatro clases a partir de la madurez que presenta con respecto al tiempo transcurrido desde la plantación de los individuos forestales arbóreos (véase Tabla 4)

Tabla 4 Etapas de la plantación, de acuerdo con características propias.

| Etapa              | Edad                                  |
|--------------------|---------------------------------------|
| Recién Establecida | 0-2 años desde establecimiento        |
| Pre-juvenil        | 3-6 años desde establecimiento        |
| Juvenil            | 7-11 años desde establecimiento       |
| Madurez            | Mayor a 12 años desde establecimiento |

La identificación de la edad en años de cada cobertura forestal se debe determinar a partir de lo establecido en el plan de establecimiento y manejo de la plantación (PEMF), y debe ser contrastado con la información suministrada por el ICA de acuerdo con el tiempo de registro en la VUF o según lo expresado y sustentado por el titular del predio en cuestión.

## 13.3 Variables post-estratificación

### 13.3.1 Volumen maderable (opcional)

El criterio para realizar la estratificación post-inventario de volumen maderable (m<sup>3</sup>) obtenido es considerada una variable no obligatoria para la estratificación que puede ser implementado por proyectos sombrilla con pocos propietarios (< 10 propietarios) en los cuales se implementen coberturas similares. Lo anterior, entendiendo que no se presentará una variabilidad importante

respecto a los criterios presentados anteriormente (tipo de cobertura, especie(s) plantada(s), edad de la plantación), por lo cual sería innecesario generar más estratos. Cuando se tengan proyectos sombrilla con gran cantidad de propietarios ( $\geq 10$  propietarios) este criterio debe implementarse.

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

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

$$\begin{array}{ll} \text{Set de datos par} & \text{Set de datos impar} \\ V_{Q_k} = \frac{kn}{4} & V_{Q_k} = \frac{k(n+1)}{4} \end{array}$$

Donde:

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

$n$  = No. de datos

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

- d) Teniendo en cuenta los índices pertenecientes a cada cuartil se identifican los estratos a partir de la Tabla 6

Tabla 5. Determinación de estratos según volumen disponible en el proyecto.

| Categoría | Rango   |
|-----------|---|
| I         | Índices de los datos de volumen menores o iguales al $V_{Q_1}$    |
| II        | Índices de los datos de volumen entre el $V_{Q_1}$ y el $V_{Q_2}$ |
| III       | Índices de los datos de volumen entre el $V_{Q_2}$ y el $V_3$     |
| IV        | Índices de los datos de volumen mayores o iguales al $V_{Q_3}$    |

### 13.4 Resultados de la estratificación

Como soporte ante el verificador del respectivo proyecto se deberán presentar los siguientes resultados:

- a) El correspondiente PEMF según el cual se identificaron los tipos de coberturas, la edad que poseen estas y las especies empleadas
- b) Procedimiento de cálculo de los cuartiles y la posterior clasificación de los estratos finales con las variables totales (3 o 4 según sea el caso)
- c) Mapa de estratificación para el área perteneciente al proyecto sombrilla. Este debe poseer su respectiva leyenda y convenciones y debe ser realizado luego de desarrollar cada uno de los apartados presentados anteriormente (véase Variables de Estratificación)
- d) Reporte del análisis estadístico generado a partir del manejo de los datos obtenidos del muestreo, con el fin de determinar los rangos de categorización para la estratificación final, incluyendo el volumen.

### 13.5 Cuantificación de las remociones de CO<sub>2</sub>

#### 13.5.1 Línea base

##### 13.5.1.1 Sumideros

La estimación de las remociones de GEI para la línea base debe partir de una interpretación de las coberturas presentes dentro del área en la cual se establecerá el proyecto, con el fin de considerar los cambios en los contenidos de carbono usando la siguiente ecuación:

$$\Delta C_{LB,t} = \Delta C_{ARBOL_{LB,t}} + \Delta C_{ARBUS_{LB,t}} + \Delta C_{MM_{LB,t}} + \Delta C_{HOJ_{LB,t}}$$

Donde:

$\Delta C_{LB,t}$  (tCO<sub>2</sub>e) = Son las remociones de CO<sub>2</sub> por sumideros, en el escenario de la línea base, en el año t.

$\Delta C_{ARBOL\_LB,t}$  (tCO<sub>2</sub>e) = Son los cambios en las reservas de carbono, por la biomasa de los árboles presentes dentro del área del proyecto en el escenario de la línea base, en el año t; estimadas de acuerdo con la AR-TOOL 14<sup>4</sup>.

$\Delta C_{ARBUS\_LB,t}$  (tCO<sub>2</sub>e) = Son los cambios en las reservas de carbono, por la biomasa de los arbustos presentes dentro del área del proyecto en el escenario de la línea base, en el año t; estimadas de acuerdo con la AR-TOOL 14.

$\Delta C_{MM\_LB,t}$  (tCO<sub>2</sub>e) = Son los cambios en las reservas de carbono, por la madera muerta presentes dentro del área del proyecto en el escenario de la línea base, en el año t; estimadas de acuerdo con la AR-TOOL 12<sup>5</sup>.

$\Delta C_{HOJ\_LB,t}$  (tCO<sub>2</sub>e) = Son los cambios en las reservas de carbono, por la hojarasca presentes dentro del área del proyecto en el escenario de la línea base, en el año t; estimadas de acuerdo con la AR-TOOL 12.

La determinación de las remociones de CO<sub>2</sub> en la línea base pueden ser considerados como cero si se cumplen las siguientes condiciones determinadas por la AR-TOOL 14:

Los individuos arbóreos que se encuentren presentes en el área del proyecto antes de la implementación de este no serán cuantificados como individuos que aportarán a la remisión de CO<sub>2</sub>.

Los individuos arbóreos presentes antes de la implementación del proyecto no sufrirán aprovechamiento o tala durante el tiempo en que está el proyecto.

Los individuos arbóreos presentes antes del proyecto no presentan mortalidad por la competencia de individuos plantados, actividades de manejo silvicultural y labrado del suelo durante la vida útil del proyecto.

## 13.6 Proyecto

### 13.6.1 Sumideros

La cuantificación de las remociones netas de CO<sub>2</sub> expresadas en tCO<sub>2</sub>e deben considerar las actividades que generan emisiones de GEI diferentes del CO<sub>2</sub> y propiciadas por actividades de

<sup>4</sup> [ar-am-tool-14-v4.2.pdf \(unfccc.int\)](https://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/tools/ar-am-tool-14-v4.2.pdf)

<sup>5</sup> <https://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/tools/ar-am-tool-12-v3.1.pdf>

manejo silvicultural, labranza y de adaptación del área de trabajo. Estos deben ser considerados en los límites del proyecto y serán cuantificados mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta C_{ACTUAL,t} = \Delta C_{T,t} - GEI_{E,t}$$

Donde:

$\Delta C_{ACTUAL,t}$  (tCO<sub>2</sub>e) = Son las remociones netas de CO<sub>2</sub> por los sumideros al año t.

$\Delta C_{T,t}$  (tCO<sub>2</sub>e) = Son los cambios en las reservas de carbono de los sumideros del proyecto al año t.

$GEI_{E,t}$  (t) = Son las emisiones de GEI diferentes de CO<sub>2</sub>, expresadas en CO<sub>2</sub>e a través del PCG correspondiente, que se presentan dentro del área del proyecto y en cercanías de su área limítrofe no mayor a 3 metros externos. Estas emisiones son causadas por prácticas de establecimiento y manejo del proyecto, en el año t. Son estimadas de acuerdo con la AR-TOOL 08<sup>6</sup> y su equivalencia de CO<sub>2</sub> se realizará de acuerdo con el último informe de evaluación del IPCC (AR5).

Para el caso de las emisiones generadas por combustión a causa de transporte interno, aplicación de fertilizantes, uso de biomasa para la producción de energía, construcción de vías, entre otras; las emisiones de CO<sub>2</sub> pueden ser consideradas insignificantes en comparación con las remociones generadas por el proyecto y se pueden establecer como cero.

La estimación de los cambios en los contenidos de carbono, generados por la remoción de los reservorios de carbono del proyecto, para el año t, se calculan de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\Delta C_{PRY,t} = \Delta C_{ARBOL_{Pr,t}} + \Delta C_{ARBUS_{Pr,t}} + \Delta C_{MM_{Pr,t}} + \Delta C_{HOJ_{Pr,t}} + \Delta C_{CO_{Pr,t}}$$

Donde:

$\Delta C_{PRY,t}$  (tCO<sub>2</sub>e) = Son los cambios en las reservas de carbono de los sumideros del proyecto al año t.

$\Delta C_{ARBOL_{Pr,t}}$  (tCO<sub>2</sub>e) = Son los cambios en las reservas de carbono, por la biomasa de los árboles presentes dentro del área del proyecto en el año t; estimadas de acuerdo con la AR-TOOL14.

$\Delta C_{ARBUS\_Pr,t}$  (tCO<sub>2</sub>e) = Son los cambios en las reservas de carbono, por la biomasa de los arbustos presentes dentro del área en el año t; estimadas de acuerdo con la AR-TOOL14.

$\Delta C_{MM\_Pr,t}$  (tCO<sub>2</sub>e) = Son los cambios en las reservas de carbono, por la madera muerta presentes dentro del área del proyecto en el año t; estimadas de acuerdo con la AR-TOOL12.

$\Delta C_{HOJ\_Pr,t}$  (tCO<sub>2</sub>e) = Son los cambios en las reservas de carbono, por la hojarasca presentes dentro del área del proyecto en el año t; estimadas de acuerdo con la AR-TOOL12.

$\Delta C_{CO\_Pr,t}$  (tCO<sub>2</sub>e) = Son los cambios en las reservas de carbono, del carbono orgánico del suelo presentes dentro del área del proyecto en el año t; estimadas de acuerdo con la AR-TOOL16.

### 13.6.2 Estimación del carbono almacenado en los individuos arbóreos

La estimación del carbono almacenado de manera individual de cada árbol resultante del muestreo; para la especie i debe estimarse de acuerdo con la AR-TOOL14 a partir de la siguiente ecuación:

$$B_{ARBOL\_i,j,t} = V_{ARBOL\_i,j,t} \times D_i \times FEB_{2,i} \times (1 + R_i)$$

Donde:

$B_{ARBOL\_i,j,t}$  (t de materia seca) = Biomasa de árbol de la especie i, para el estrato j al año t.

$V_{ARBOL\_i,j,t}$  (m<sup>3</sup>) = Volumen de la especie i, en el estrato j al año t, estimada por las mediciones realizadas directamente.

$D_i$  (t de materia seca/m<sup>3</sup>) = Densidad básica de la madera de la especie i, con la corteza incluida.

$FEB_{2,i}$  = Factor de expansión de la biomasa para la conversión de la madera del fuste a biomasa aérea, para la especie i.

$R_i$  = Relación raíz-biomasa aérea para la especie i.

$i = 1, 2, 3, \dots$  especies

El cálculo de los volúmenes individuales de cada individuo arbóreo o en su defecto el cálculo de la biomasa se puede realizar mediante ecuaciones alométricas desarrolladas para el área perteneciente al proyecto, o aquellas que se encuentren disponibles para la(s) especie(s) implementada(s) en el proyecto. Estas ecuaciones deben contar con un soporte verificable como fuentes de información bibliográfica oficial o académica, que permitan constatar la pertinencia en la utilización de estas y su selección y uso debe ser justificado por el titular del proyecto.

### 13.6.3 Cuantificación de carbono en cultivos frutales

La cuantificación de las remociones de CO<sub>2</sub> en cultivos frutales debe seguir la misma metodología de cuantificación a partir de las fórmulas anteriormente presentadas (véase Estimación del carbono almacenado en los individuos arbóreos). Partiendo del supuesto que las remociones de CO<sub>2</sub> dadas por los frutos son considerados como cero (0) tCO<sub>2</sub>e debido a que no almacenan una cantidad considerable de CO<sub>2</sub> con relación a la masa arbórea y por el contrario sí pueden ser consideradas como una disminución significativa de CO<sub>2</sub> dentro del proyecto si dichos frutos son cosechados y a la par una fuente de emisión de otros GEI si alrededor de estos se generan sistemas tecnificados de recolección.

Teniendo en cuenta lo anterior, en la presente metodología con el fin de no generar disminución del CO<sub>2</sub> removido por los proyectos, se considera el aprovechamiento de los frutos como un co-beneficio de tipo económico.

Para obtener mayor precisión en la cuantificación de remociones en cultivos frutales, se debe hacer uso de ecuaciones alométricas que correspondan a la misma especie y a condiciones edafoclimáticas idénticas a la del proyecto, siempre teniendo en cuenta la escala de importancia que va de mayor a menor presentada a continuación:

- a) Ecuaciones generadas en la misma zona del proyecto
- b) Ecuaciones regionales
- c) Ecuaciones nacionales.

### 13.6.4 Estimación del carbono de la madera muerta y hojarasca

La cuantificación de las reservas del carbono orgánico almacenada en la hojarasca se debe determinar de acuerdo con la AR-TOOL<sub>12</sub> o puede determinarse mediante el establecimiento de modelos propios para la cuantificación de este componente dentro del área del proyecto. Esto último si el titular así lo desea y presenta suficientes sustentos que permitan demostrar un aumento significativo en la captura de CO<sub>2</sub> durante la existencia del proyecto.

Si se utilizan modelos propios, se debe hacer la justificación del método en cuestión y las respectivas estadísticas que permitan evidenciar que el modelo disminuye la incertidumbre al realizar los correspondientes cálculos.

La estimación de las reservas de carbono en la madera muerta se calcula aplicando la siguiente ecuación:

$$C_{MM_{i,t}} = C_{ARBOL_{i,t}} \times f_{C_{MM}}$$

Donde:

$C_{MM_{i,t}}$  (tCO<sub>2</sub>e) = Son las reservas de carbono de la madera muerta en el estrato i en un periodo determinado del año t.

$C_{ARBOL_{i,t}}$  (tCO<sub>2</sub>e) = Son las reservas de carbono en la biomasa de los árboles en el estrato i en un periodo determinado del año t.

$f_{C_{MM}}$  = Es el valor conservador por defecto en porcentaje de las reservas de carbono en la madera muerta provenientes de la biomasa de los árboles.

Por otra parte, la estimación de las reservas de carbono en la hojarasca se calcula aplicando la siguiente ecuación:

$$C_{HOJ_{i,t}} = C_{ARBOL_{i,t}} \times f_{C_{HOJ}}$$

Donde:

$C_{HOJ_{i,t}}$  (tCO<sub>2</sub>e) = Son las reservas de carbono de la hojarasca en el estrato i en un periodo determinado del año t.

$C_{ARBOL_{i,t}}$  (tCO<sub>2</sub>e) = Son las reservas de carbono en la biomasa de los árboles en el estrato i en un periodo determinado del año t.

$f_{C_{MM}}$  = Es el valor conservador por defecto en porcentaje de las reservas de carbono hojarasca provenientes de la biomasa de los árboles.

Los valores por defecto de las variables requeridas para la estimación del carbono orgánico de la madera muerta y hojarasca están dados por defecto, presentes en el Anexo 5. *Valor conservador por defecto en porcentaje de las reservas de carbono en la madera muerta.* y Anexo 6. *Valor conservador por defecto en porcentaje de las reservas de carbono en la hojarasca.* Estos valores

pueden usarse si no se dispone de información verificable que provenga de fuentes confiables (propios de la región o el país del proyecto) que justifiquen el uso de otros valores.

### 13.7 Estimación del carbono orgánico del suelo

La cuantificación de las reservas del carbono orgánico del suelo debe determinarse de acuerdo con la AR-TOOL16 o mediante análisis de laboratorio de muestras provenientes del área del proyecto bajo la metodología del IFN de Colombia. Este último método debe ser sustentado por parte del titular del proyecto mediante modelos pertenecientes a la región del proyecto que presentan incrementos significativos en la acumulación de carbono orgánico en el suelo durante la vida útil del proyecto.

La estimación del carbono orgánico del suelo de acuerdo con la metodología AR-TOOL16 se estima al inicio del proyecto bajo la siguiente ecuación:

$$C_{INIC,i} = C_{REF,i} + f_{LU,i} + f_{MG,i} + f_{IN,i}$$

Donde:

$C_{CO\_INIC,i}$  (tCO<sub>2</sub>e/ha) = Es el carbono orgánico al inicio del proyecto, en el estrato *i* presentes dentro del área del proyecto.

$C_{CO\_REF,i}$  (tCO<sub>2</sub>e/ha) = Es la reserva de carbono orgánico de referencia, de acuerdo con las condiciones de vegetación natural, condiciones climáticas y tipo de suelo en el estrato *i* presentes dentro del área del proyecto.

$f_{LU,i}$  = Factor de cambio relativo de la reserva para el uso de suelo referencia, en el estrato *i* presentes dentro del área del proyecto.

$f_{MG,i}$  = Factor de cambio relativo de la reserva para el tipo de manejo de la línea base, en el estrato *i* presentes dentro del área del proyecto.

$f_{IN,i}$  = Factor de cambio relativo de la reserva para el régimen de insumo de referencia, en el estrato *i* presentes dentro del área del proyecto.

Los valores de cada una de las variables requeridas para la estimación del carbono orgánico inicial en el suelo están dados por defecto y se encuentran descritos en el Anexo 7 y Anexo 8. Los valores se pueden utilizar si no se dispone de información verificable que provenga de fuentes confiables y propias de la región o el país que justifiquen el uso de otros valores. La estimación de las pérdidas es atribuible si durante los primeros 5 años se genera una alteración mayor de 10%, a cada estrato,

si esto ocurre se cuantificará la pérdida de este con este porcentaje y se catalogará como carbono perdido ( $C_{PER,i}$ ).

Por otra parte, la determinación de la tasa de cambio del carbono orgánico del suelo se calculará de acuerdo con la AR-TOOL16. En caso de encontrarse valores superiores a 0,8 tC/ha/año, considerando la incertidumbre de dicho valor se corregirá esta tasa de cambio a 0,8 tC/ha/año. Esta tasa se determina mediante la siguiente ecuación:

$$dC_{CO,t,i} = \frac{C_{COS\_REF,i} - (C_{COS\_INIC,i} - C_{COS\_PER,i})}{20 \text{ años}}$$

Donde:

$dC_{COS,t,i}$  (tC/ha/año) = Es la tasa de cambio del carbono orgánico del suelo en el estrato  $i$  presentes dentro del área del proyecto, para el año  $t$ .

$C_{COS\_REF,i}$  (tC/ha) = Es la reserva de carbono orgánico de referencia, de acuerdo con las condiciones de vegetación natural, condiciones climáticas y tipo de suelo en el estrato  $i$  presentes dentro del área del proyecto.

$C_{COS\_INIC,i}$  (tC/ha) = Es las reservas de carbono orgánico al inicio del proyecto en el estrato  $i$ .

$C_{COS\_PER,i}$  = Son las pérdidas de carbono orgánico del suelo, por alteraciones en el suelo, debido a actividades en la instalación del proyecto, en el estrato  $i$  presentes dentro del área del proyecto.

Para determinar los cambios de las reservas de carbono orgánico del suelo para todos los estratos presentes dentro del área del proyecto, para el año  $t$ , se aplica la siguiente ecuación:

$$\Delta C_{COS\_Pr,t} = \frac{44}{12} \times \sum_i^j A_i \times dC_{COS,t,i} \times 1 \text{ año}$$

Donde:

$\Delta C_{COS\_Pr,t}$  (tC/ha/año) = Es el cambio del carbono orgánico del suelo del área del proyecto, en el año  $t$ .

$A_i$  (ha) = Área total del estrato  $i$ .

$dC_{COS,t,i}$  (tC/ha/año) = Es la tasa de cambio del carbono orgánico del suelo en el estrato  $i$  presentes dentro del área del proyecto, para el año  $t$ .

### 13.8 Emisiones de GEI

Esta metodología considera la ocurrencia esporádica de incendios forestales donde se puede presentar una cantidad importante de GEI distintos al CO<sub>2</sub> que deben ser cuantificados para la estimación final de los CO<sub>2</sub> removidos de la atmósfera. A continuación, se presentan los cálculos necesarios para la cuantificación de estos GEI.

### 13.9 Estimación de GEI producidos por incendios forestales

Para la cuantificación de los GEI emitidos a la atmósfera se parte de las ecuaciones presentadas en la AR-TOOL 08. Sin embargo, al no estar permitida la realización de quemas para la preparación del sitio o para un posterior manejo de la plantación en una determinada etapa, se asume que estos dos componentes son inexistentes, por lo cual se le asigna un valor igual a cero. Por ende, la ecuación de cuantificación de las fugas generadas por el proyecto es:

$$\text{Emisiones} = GEI_{E,t}$$

Donde:

$GEI_{E,t}$  (tCO<sub>2</sub>e) = Emisión de GEI diferentes a CO<sub>2</sub> resultantes de un incendio forestal en el área del proyecto en el año  $t$ .

$$GEI_{E,t} = GEI_{E\_ARBOL,t} + GEI_{E\_MOM,t}$$

$GEI_{E\_ARBOL,t}$  (tCO<sub>2</sub>e) = Emisión de GEI diferentes a CO<sub>2</sub> resultantes de la pérdida de biomasa aérea en el área del proyecto en el año  $t$ .

$GEI_{E\_MOM,t}$  (tCO<sub>2</sub>e) = Emisión de GEI diferentes a CO<sub>2</sub> resultantes de la pérdida de la materia orgánica del suelo en el área del proyecto en el año  $t$ .

$$GEI_{E\_ARBOL,t} = 0,001 * \sum_{i=1}^M A_{Q,i,t} * b_{ARBOL,i,t} * FCM_i * (EF_{CH4,i} * PCG_{CH4} + EF_{N2O,i} * PCG_{N2O})$$

$A_{Q,i,t}$  (ha) = Superficie quemada en el estrato  $i$  en el año  $t$ .

$b_{ARBOL,i,t}$  (t/ha) = Biomasa aérea media de árboles por hectárea en el estrato  $i$  en el año  $t$  (año última verificación antes del incendio). Cuando la biomasa aérea no se quemó se puede establecer como cero.

$FCM_i$  = Factor de combustión para el estrato  $i$ .

$EF_{CH_4,i}$  (g CH<sub>4</sub>/Kg materia seca quemada) = Factor de emisión de CH<sub>4</sub> en el estrato  $i$ .

$PCG_{CH_4}$  = Potencial de calentamiento global para CH<sub>4</sub>. Se utiliza el valor predeterminado de 28, o el valor que haga sus veces de acuerdo con el último informe de evaluación del IPCC (AR5).

$EF_{N_2O,i}$  (g N<sub>2</sub>O/Kg materia seca quemada) = Factor de emisión de N<sub>2</sub>O en el estrato  $i$ , de acuerdo con lo establecido por el IPCC.

$PCG_{N_2O}$  = Potencial de calentamiento global para N<sub>2</sub>O.

$$GEI_{E\_MOM,t} = 0,001 * \sum_{i=1}^M A_{Q,i,t} * (C_{MM,i,t} + C_{MM,i,t})$$

$C_{MM,i,t}$  (tCO<sub>2</sub>e) = Cantidad de carbono presente en la madera muerta en el estrato  $i$  del año  $t$  (año última verificación antes del incendio).

$C_{MM,i,t}$  (tCO<sub>2</sub>e) = Cantidad de carbono presente en la hojarasca en el estrato  $i$  del año  $t$  (año última verificación antes del incendio).

## 14. Monitoreo

### 14.1 Monitoreo de la ejecución de los proyectos

El monitoreo de la implementación de la actividad del proyecto permite corroborar que la actividad de mitigación por remoción de CO<sub>2</sub> se dará a través del tiempo y con el mínimo de duración establecido por el(los) titular(es) al momento de la formulación del proyecto de reforestación. En este sentido los sumideros seleccionados del proyecto se mantendrán en el tiempo y se implementarán técnicas de manejo para que el crecimiento en biomasa sea óptimo, además de sustentar y verificar la captura de CO<sub>2</sub>.

La periodicidad de verificación de la actividad del proyecto no debe superar un periodo mayor de cinco (5) años. Durante cada etapa de verificación es necesario actualizar los límites que presenta

el proyecto a partir de fotografías aéreas o imágenes satelitales que cumplan como mínimo con una escala mínima de 1:100.000 o a partir de visitas de campo.

## **14.2 Descripción del plan de monitoreo**

Con el fin de cuantificar la captura de CO<sub>2</sub> generada por los sumideros del proyecto, se requiere el establecimiento, documentación e implementación de un plan de monitoreo que permita la toma de datos confiables y trazables a partir de la medición de variables dasométricas en los individuos vegetativos. Dentro de esta metodología, se tendrá en cuenta el monitoreo tanto a nivel de proyectos individuales (Predial) o a nivel de proyecto sombrilla como se presenta a continuación.

### **14.2.1 Nivel predial**

El proceso de cuantificación del CO<sub>2</sub> removido por los sumideros de un proyecto a escala predial partirá de un muestreo de tipo sistemático, el cual estará acorde con el área perteneciente al proyecto.

La determinación de las parcelas a muestrear corresponderá al número de parcelas (n) obtenidas del premuestreo (véase Premuestreo), ubicadas en cada uno de los puntos de la grilla cuadrangular (véase Ilustración 1). El distanciamiento de dicha grilla será proporcional al área total del predio, y estará dada a consideración del titular del proyecto incluyendo su respectiva justificación.

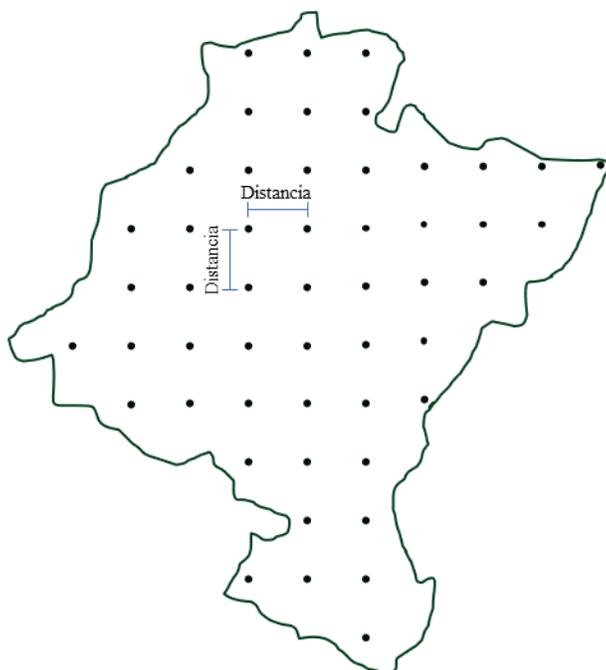


Ilustración 1. Grillas prediales

Los pasos que se deben realizar para seleccionar las respectivas parcelas es el siguiente:

- a) Seleccionar el punto inicial de muestreo, esto a partir de un punto aleatorio dentro de la rejilla
- b) Se calcula el intervalo entre parcelas (K) así:

$$K = \frac{N}{n}$$

Donde:

K: Intervalo entre las parcelas

N: Número máximo de parcelas obtenidas en el área

n: Numero de parcelas a implementar

**Nota:** El valor obtenido se redondea al entero más cercano

- c) Se ubican las respectivas parcelas necesarias para realizar el monitoreo (véase Ilustración 2)

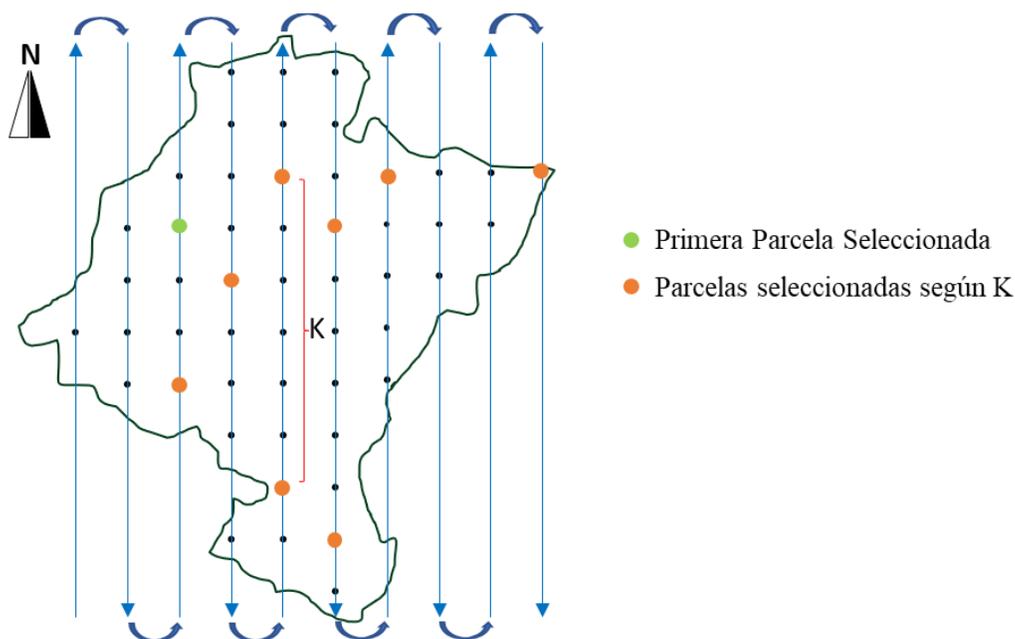


Ilustración 2. Muestreo sistemático

Después de realizar la compilación de la información obtenida de las parcelas seleccionadas se comprueba que se cumplan los supuestos estadísticos (véase Determinación del tamaño de la muestra).

### 14.3 Proyecto sombrilla

Para el caso de los proyectos sombrilla, el proceso de cuantificación de CO<sub>2</sub> removidos partirá del monitoreo realizado a nivel predial presentado anteriormente. Teniendo los datos respectivos de cada tipo de cobertura, dentro de cada predio perteneciente al proyecto sombrilla, se debe hacer una adición de cada uno de estos, obteniendo de esta manera la cantidad total de CO<sub>2</sub> removidos.

### 14.4 Descripción metodológica del proceso

El proceso de cuantificación del CO<sub>2</sub> removido por los sumideros del proyecto sombrilla debe partir de los datos obtenidos a nivel predial presentado en el apartado anterior. La diferenciación de los

datos para su tratamiento se debe definir por los criterios de estratificación establecidos en el apartado

Estratificación. (especie arbórea establecida, edad de la plantación y el volumen maderable).

El cálculo del número de parcelas requeridas para el monitoreo de cada estrato debe realizarse en el menor tiempo posible con el rigor necesario con la finalidad de posibilitar la toma de datos de las parcelas necesarias en tiempos cercanos entre las primeras mediciones y las últimas.

Para realizar el proceso de extrapolación por estrato se debe contar con el área total de los estratos presentes dentro de la sombrilla y debe identificarse el margen de error respectivo. De no contarse con el área total de cada estrato, se determinará por medio de fotografías aéreas, imágenes satelitales (escala mínima de 1:100.000) o imágenes obtenidas mediante fotogrametría.

## **14.5 Monitoreo de la biomasa aérea**

### **14.5.1 Diseño de la muestra**

Con los valores dasométricos recolectados en el monitoreo se debe cuantificar la biomasa aérea, la cual permite la cuantificación de CO<sub>2</sub> removido por la biomasa aérea (véase Tabla) correspondiente a la parte vegetativa del tronco, ramas, hojas y frutos.

Con el fin de cuantificar y verificar el carbono mitigado por el proyecto de reforestación, este debe contar con una probabilidad mayor o igual al 95% y una incertidumbre (error) de los datos menor o igual al 10% de la biomasa aérea; de esta manera la validez estadística permite realizar la extrapolación a la totalidad de áreas del proyecto. Para su cumplimiento se debe realizar el cálculo de las parcelas muestreadas requeridas para obtener la precisión exigida, tanto para proyectos tipo sombrilla como para proyectos a escala predial.

La ubicación de las parcelas seleccionadas para el monitoreo de remoción de CO<sub>2</sub> y captura de carbono, debe establecerse en lugares viables, con la presencia de especímenes vegetales correspondientes al tipo de proyecto, evitando la ubicación en áreas con presencia de cuerpos de agua, infraestructura de origen antrópico o cualquier otra condición que imposibilite el establecimiento de parcelas en el terreno.

La localización de las parcelas muestreadas se realizará mediante un sistema de información geográfica, con su respectivo archivo (shapefile de preferencia) o metadato del área del proyecto. Esta ubicación debe realizarse con las coordenadas del centro de la parcela, con Datum de tipo MAGNA SIRGAS o WGS84 y, en lo posible con el sistema MAGNA Colombia Origen Único,

mediante un GPS que permita obtener los valores en grados, minutos y segundos. El centro exacto de la parcela será marcado con una estaca que sobresale aproximadamente 1 m.

Se puede realizar la calibración del GPS cada vez que se inicie una jornada de toma de puntos si se ha desplazado largas distancias, se ha presentado un cambio notable de temperatura y/o altitud o se han cambiado las pilas, siempre y cuando el error de precisión se encuentre dentro de un margen menor de 5 metros (Fernández *et al.*, 2015).

#### **14.5.2 Forma y tamaño de las parcelas**

Teniendo en cuenta que se pueden presentar diferentes tipos de coberturas tanto a nivel predial, como dentro de los proyectos sombrilla, y que pueden existir distanciamientos de siembra variables según las especies empleadas y las condiciones del terreno, se debe diferenciar el tipo, forma y tamaño de parcelas a emplear según el tipo de proyecto y de acuerdo con las características propias que presenta el área reforestada.

Es necesario mencionar que el tipo de parcelas a establecer (temporales o permanentes) se definirán por el desarrollador del proyecto. Teniendo en cuenta lo anterior, es importante aclarar que, bajo ciertas circunstancias, las parcelas permanentes podrían tener un sesgo importante ya que se podrían presentar manejos diferenciados por parte del titular del proyecto (Rügnitz *et al.* 2009), con respecto al área total del proyecto. Por otra parte, las parcelas temporales, generalmente implican menos costos de establecimiento (BioCarbon Fund 2008, Rügnitz *et al.* 2009, citados en Yepes *et al.*, 2011), lo que representa una ventaja para el titular del proyecto en cuestión. Sin embargo, es importante resaltar que estas parcelas permanecerán establecidas y estarán adecuadamente señalizadas mínimo hasta que sea realizada la respectiva verificación por parte del OVV.

#### **14.6 Plantaciones forestales y cultivos frutales**

En el caso de plantaciones forestales y cultivos frutales se deben elegir parcelas circulares, entendiendo que estas ofrecen un menor perímetro con respecto a superficies de igual tamaño, pero distinta geometría. Estas han sido utilizadas en estimaciones de biomasa, volúmenes y carbono capturado por el IDEAM y el INF.

El área total de la parcela circular debe ser acorde con la densidad arbórea que presenta la plantación al momento de realizar el monitoreo, para lo cual se debe conocer de antemano el distanciamiento entre los individuos. Se debe realizar el cálculo de corrección para las parcelas circulares que se ubiquen en áreas con pendientes >10%. El tamaño de las parcelas al interior de un

predio debe ser acorde con el espaciamiento predominante en la especie plantada por lo cual al interior de un predio solo se debe establecer un mismo tamaño de parcela (véase Tabla 6).

Tabla 6 Tamaño de parcelas en plantaciones forestales y cultivos frutales

| Tamaño de parcela (m <sup>2</sup> ) | Radio (m) | Área promedio por individuo (m <sup>2</sup> /árbol) | Densidad arbórea (ind/ha) | Descripción de la plantación                                  |
|-------------------------------------|-----------|---|---------------------------|---|
| 100                                 | 5,64      | 0-14,9  | > 1100                    | Muy densa, rodales con gran número de individuos de bajo DAP. |
| 400                                 | 11,28     | 15-99,9   | 550-1059                  | Moderadamente densa.  |
| 1000                                | 17,84     | 100   | < 550                     | Frutales principalmente                                       |

Adaptado de MackDiken (1997); Casanoves, Cifuentes Jara *et al.*, (2017)

#### 14.7 Sistemas Agro Forestales (SAF)

En los SAF el diseño geométrico acorde para la toma de variables dasométricas debe corresponder a parcelas rectangulares, permitiendo identificar el arreglo geométrico de la plantación y la captura de carbono de las especies (Espinoza *et al.*, 2012; Hidalgo, 2011; MacDiken, 1997).

Para establecer el tamaño de las parcelas a establecer en los SAF se tendrá en cuenta lo establecido por Rüginitz *et al.* (2009), los cuales identifican parcelas de tamaños variables a partir del DAP perteneciente al componente arbóreo de los SAF de la siguiente manera:

Tabla 7. Tamaño de parcelas en SAF

| DAP (cm) | Dimensiones (m) | Área Total (m <sup>2</sup> ) |
|----------|-----------------|------------------------------|
| 5-30     | 5 x 40          | 200                          |
| > 30     | 20 x 100        | 2000                         |

#### 14.8 Determinación del tamaño de la muestra

El cálculo de las parcelas requeridas se debe hacer posterior al muestreo para determinar las parcelas requeridas para la obtención de la precisión e incertidumbre (error) exigido, y de esta manera hacer representativa la muestra con respecto a la totalidad del proyecto sombrilla. Esta determinación del cálculo del número de parcelas se deberá realizar si después del análisis de los

datos obtenidos de las parcelas previamente muestreadas (premuestrado), no se cumplen con los requerimientos de la precisión e incertidumbre (error).

#### 14.8.1 Premuestreo

Con el fin de obtener variables dasométricas diagnósticas que permitan aplicar el monitoreo, se debe determinar un número de parcelas a muestrear, acordes con el tamaño del proyecto (predial o proyecto sombrilla), el cual tendrá una cantidad de parcelas significativa por cada estrato. El número de parcelas ( $n$ ) se debe establecer a partir de la siguiente ecuación:

$$n = \frac{A_i \times 0,001}{A_p}$$

Donde:

$n$  = Número de parcelas requeridas para el muestreo de la biomasa.

$A_i$  ( $m^2$ ) = Área total de cada estrato.

$A_p$  ( $m^2$ ) = Área de cada parcela (constante para cada estrato).

$0,001$  = Intensidad de muestreo porcentual, equivalente a  $0,1\%$  (Tomado de PROCLIMA, 2020)

Cuando la determinación del número de parcelas requeridas para el muestreo resulta en una valoración inferior a dos parcelas, se debe muestrear mínimo 2 parcelas por estrato o predio con el fin de obtener variabilidad en los datos y permitir un desarrollo estadístico.

#### 14.8.2 Predial

Para el cálculo de las parcelas requeridas para la cuantificación de carbono removido por el proyecto en el cual solamente se presenta una única cobertura uniforme (misma especie plantada en un mismo año) y para que cumpla con los estadísticos (precisión  $\geq 95\%$  e incertidumbre (error) de los datos  $\leq 5\%$  de la variable biomasa aérea), se debe utilizar la siguiente ecuación:

$$n = \frac{t_{n-1}^2 \times CV\%^2}{Em\%^2 + \frac{(t_{n-1}^2 \times CV\%^2)}{N}}$$

Donde:

$n$  = Número de parcelas requeridas en el muestreo para estimar la biomasa acumulada.

$N$  = Número máximo de parcelas posibles en toda el área.

$t_{n-1}^2$  = Valor de la tabla t-student de doble vía, con la precisión y grados de libertad requeridos.

$CV\%$  = Coeficiente de variación de los datos de biomasa de los datos previamente obtenidos

$Em\%^2$  = Error de muestreo aceptable, para la estimación de la biomasa acumulada.

### 14.8.3 Proyecto Sombrilla

Para el cálculo de las parcelas requeridas en la cuantificación de CO<sub>2</sub> removido por el proyecto sombrilla, para obtener una precisión mayor o igual al 95% y una incertidumbre (error) de los datos menor o igual al 5% de la biomasa aérea, se debe utilizar la siguiente ecuación:

$$n = \frac{t_{2m-1}^2 \times \sum_{j=1}^m P_j S_j^2}{E\%^2 + \frac{(t_{2m-1}^2 \times \sum_{j=1}^m P_j S_j^2)}{N}}$$

Donde:

$n$  = Número de parcelas requeridas en el muestreo para estimar la biomasa acumulada.

$N$  = Número máximo total de parcelas posibles a muestrear en toda el área.

$t_{2m-1}^2$  = Valor de la tabla t-student de doble vía, con la precisión (confianza) y grados de libertad requeridos.

$P_j$  = Peso relativo, del área del estrato  $j$  con respecto del área total, área del estrato  $j$  dividido en el área del proyecto.

$m$  = Número total de estratos generados.

$S_j$  (ton biomasa/ha) = Desviación estándar estimada, de la biomasa acumulada en el estrato  $j$ .

$E\%^2$  = Error de muestreo aceptable, para la estimación de la biomasa acumulada.

Posteriormente se debe calcular el número de parcelas requeridas por cada estrato ( $n_j$ ), según la siguiente ecuación:

$$n_j = n * P_j$$

#### **14.9 Frecuencia del monitoreo**

La frecuencia del monitoreo debe estar determinada por el titular del proyecto teniendo en cuenta la periodicidad del monitoreo de los demás predios pertenecientes al proyecto sombrilla (si se encuentra adscrito a uno) y sin que el tiempo máximo para ejecutar el monitoreo supere los 5 años desde su última medición o desde el establecimiento del proyecto.

#### **14.10 Reubicación parcelas no viables**

Al momento de encontrar una parcela con condiciones inadecuadas para la toma de datos para la estimación de CO<sub>2</sub> capturado se debe mover el punto de muestreo 20 metros en sentido diagonal con un ángulo de 45° respecto al norte, en sentido opuesto al cuerpo que impide la toma de datos.

La reubicación de la parcela a ser muestreada debe de estar justificada, con material visual que permita identificar la imposibilidad que presentaba la zona de muestreo inicialmente determinada. Una vez reubicada se debe de tomar la ubicación geográfica por medio del GPS y debe diligenciarse en el correspondiente formato de campo.

#### **14.11 Monitoreo de la Biomasa Subterránea (Opcional)**

Como la estimación del CO<sub>2</sub> removido por el suelo es un factor opcional de cuantificación dentro de la presente metodología, se describe de manera general el diseño de la muestra en caso de que se demuestre adecuadamente la necesidad de evaluar está dentro del proyecto.

El suelo es un reservorio potencial de carbono orgánico (FAO, 2017; Martínez *et al.*, 2008), por lo cual puede llegar a presentar valores superiores a los determinados por el IPCC y la AR-TOOL16. La medición del carbono orgánico en el suelo concluye en un mayor número de compensaciones transables por parte del titular del proyecto, cuando se justifique mediante estudios detallados que el suelo es un reservorio de carbono importante en el proyecto.

#### 14.11.1 Tamaño y disposición de las subparcelas

Las subparcelas deben estar dispuestas según lo establecido por el IDEAM (2018) en parcelas circulares a 45 grados respecto a la norte del centro de la parcela y a una distancia de 2 metros. Para las parcelas pertenecientes a SAF (rectangulares) se deben implementar parcelas de 1m<sup>2</sup>, las cuales se deben establecer en un lugar completamente aleatorio dentro de la parcela. Dentro de estas, se puede recoger con un palín aproximadamente 400 gramos de suelo, pertenecientes a profundidades de 0 a 20 cm y deben ser adecuadamente rotulados con el número de parcela a la que pertenecen y transportados a laboratorio, donde se determinarán los parámetros necesarios para encontrar el Carbono Orgánico presente en el suelo, por medio de parámetros directos de laboratorio o por modelos generalizados desarrollados por el IPCC u otros que sean acordes.

### 15. Datos y Parámetros Monitoreados.

#### 15.1 Requeridos

Para tener un control adecuado de los formularios de campo que serán implementados en cada medición en campo, se deben tener establecidas una serie de variables mínimas que deben contener dichos formularios para evitar discrepancias en caso de que se desarrollen mediciones por diferentes cuadrillas o incluso por diferentes entidades en proyectos de gran magnitud (proyectos sombrilla especialmente) para facilitar el conocimiento de cada encargado de la medición con las diferentes variables, permitiendo agilizar los procesos de toma de datos y disminuyendo a su vez la ocurrencia de errores en la medición. En la Tabla 8 se presentan las respectivas variables mínimas estandarizadas que se deben usar para la creación de formularios de campo por parte de cada una de las personas o entes que se encargaran de la medición en campo.

Tabla 8. Variables mínimas formularios de campo.

| No. | Dato                                    | Unidad          | Fuente      | Tipo | Frecuencia Monitoreo    | Observaciones  |
|-----|---|-----------------|-------------|------|-------------------------|--|
| 1   | Nombre del estrato según tipo de manejo | Alfanumérico    | Inventarios | C    | Cada 5 años como máximo | Identificado según la clasificación de estratos            |
| 2   | Altura                                  | Metros(m)       |             | M    |                         | Medido durante cada inventario desarrollado en el proyecto |
| 3   | DAP                                     | Centímetros(cm) |             |      |                         |  |
| 4   | Número de árboles parcela               | Número          |             |      |                         |  |

|    |                                      |                 |                                    |   |                                     |  |
|----|--------------------------------------|-----------------|------------------------------------|---|-------------------------------------|--|
| 5  | Identificador de parcela             | Alfanumérico    |                                    | - |                                     |  |
| 6  | Localización de las parcelas         | Coordenadas SIG | Mapas                              | M |                                     |  |
| 7  | Edad de la plantación                | Número          | Inventarios                        |   |                                     |  |
| 8  | Titular del predio                   | Texto           | Inventarios o Documentos proyecto  | - | Al inicio del proyecto              | Se realiza una única vez en caso de no presentar cambios     |
| 9  | Área proyecto/predio                 | Hectáreas(ha)   | Mapas iniciales o Inventarios      | M | Cada 5 años como mínimo             | Medido durante cada inventario desarrollado en el proyecto   |
| 10 | Especie(s) implementada(s)           | Texto           | PEMF, visita a campo o inventarios | O |                                     | Nombre científico y nombre común de la región                |
| 11 | Tipo de cobertura                    | Texto           |                                    |   |                                     | Puede presentar cambios según la disposición de las especies |
| 12 | Distancia de Siembra                 | Texto (metros)  |                                    | M |                                     | Se realiza al inicio de cada inventario                      |
| 13 | Densidad de individuos por cobertura | Individuos/ha   | C                                  |   |                                     |  |
| 14 | Nombre del encargado parcela         | Texto           | Inventario                         | - | Según la periodicidad del monitoreo |  |

Donde: M: Medido; C: Calculado; O: Observado.

**Fuente:** Adaptado de Phillips *et al.*, (2011)

Cada una de las unidades de medida correspondientes a cada dato deben ser debidamente empleadas según lo presentado en la Tabla 8. Lo anterior, con el fin de evitar errores de conversión que se podrían implementar al realizar un cambio de unidades y la propagación del error. Como por ejemplo el DAP, que se puede obtener también del cociente entre Circunferencia a la Altura del Pecho (CAP) del árbol sobre la constante  $\pi$ .

Se describen a continuación las variables que deben ser usadas a lo largo del proceso de establecimiento y la vida útil del proyecto, siendo estas fundamentales para el seguimiento del proyecto (ver Tabla 9).

Tabla 9. Variables requeridas para el seguimiento del proyecto

| No. | Dato  | Unidad                     | Fuente               | Tipo | Frecuencia Monitoreo       | Observaciones   |
|-----|---|----------------------------|----------------------|------|----------------------------|---|
| 1   | Nivel de Confianza  | %                          | Inventarios          | C    | Después de cada inventario | Importantes para el cumplimiento de los supuestos estadísticos en el inventario |
| 2   | Nivel de Precisión  |                            |                      |      |                            |   |
| 3   | Desviación estándar de cada estrato                       |                            |                      |      |                            |   |
| 4   | Número de parcelas requeridas                             | Número                     |                      |      |                            |   |
| 5   | Cantidad de carbono total en la biomasa aérea             | tCO <sub>2</sub> e         | Documentos oficiales | C    | Anualmente                 | Evidencia la captación de CO <sub>2</sub> retenido de la atmósfera              |
| 5   | Cantidad de carbono total en la biomasa aérea por estrato | tCO <sub>2</sub> e/estrato |                      |      |                            |   |
| 6   | Emisiones de la línea base                                | tCO <sub>2</sub> e/año     | Documentos oficiales | C    | Al inicio del proyecto     | Permite evidenciar el impacto de la implementación del proyecto                 |
| 7   | Fugas   | tCO <sub>2</sub> e         |                      |      | Al inicio del proyecto     | Pueden presentarse variaciones en la línea base                                 |
| 8   | Parámetros de la línea base                               | .                          | Documentos oficiales |      |                            |   |

Donde: C: Calculado

**Fuente:** Adaptado de Phillips *et al.*, (2011)

## 15.2 Opcionales

En la Tabla 10 se muestran las variables que pueden ser opcionales para ser monitoreadas de acuerdo con el método que sea seleccionado para cada proyecto en la cuantificación de la biomasa aérea, el carbono del suelo, la hojarasca, entre otros.

Tabla 10. Variables opcionales de monitoreo

| No. | Dato  | Unidad             | Fuente                 | Tipo | Frecuencia Monitoreo              | Observaciones   |
|-----|---|--------------------|------------------------|------|-----------------------------------|---|
| 1   | Densidad básica de la madera                          | g/cm <sup>3</sup>  | Información secundaria | E    | Cada que se realice el inventario | Preferiblemente a partir de información local                                   |
|     |   |                    | Laboratorio            | M    |                                   | -   |
| 3   | Factor de expansión de biomasa (FEB)                  | -                  | Información secundaria | E    |                                   | Si se emplean modelos alométricos de biomasa no es necesario                    |
|     |   |                    | Modelos propios        | C    |                                   | -   |
| 5   | Relación raíces-fuste                                 | -                  | Información secundaria | E    |                                   | Preferiblemente valores locales que reduzcan la incertidumbre                   |
|     |   |                    | Modelos propios        | C    |                                   | -   |
| 7   | Contenido de carbono en la madera muerta del proyecto | tCO <sub>2</sub> e | Inventario             | M    |                                   | Depende de la necesidad del titular del proyecto para ser evaluado y verificado |
| 8   | Contenido de carbono en la hojarasca del proyecto     |                    |                        |      |                                   |   |
| 9   | Contenido de carbono en el suelo del proyecto         |                    |                        |      |                                   |   |

Donde: M: Medido; C: Calculado; E: Estimado.

**Fuente:** Adaptado de Phillips *et al.*, (2011)

### 15.3 Precisión de los datos e incertidumbre

Para el manejo y tratamiento de los datos de cada una de las variables dasométricas, se deben manejar unas condiciones adecuadas, que permitan homogeneidad de la escala de los datos y así facilitar su procesamiento para obtener la precisión y error de muestreo. Con el fin de reducir el error, cada día previo a la realización de mediciones en campo se deben de calibrar los instrumentos que lo requieran.

### 15.4 Diámetro a la Altura del Pecho (DAP)

El DAP tomado de 1,30 m de altura desde la base del suelo, debe ser tomado siguiendo la metodología del manual de campo INF (IDEAM, 2018) dispuesto en la *Sección III. Registro y medición de individuos*. El instrumento para la toma de esta variable es la cinta diamétrica, la cual debe presentar una sensibilidad mínima en milímetros.

Los datos tomados en campo deben corresponder al DAP en centímetros (cm) con una incertidumbre de máximo 1 mm de variación; los datos consignados en el formulario de campo deben contar con el valor en centímetros y una cifra significativa en milímetros (Ejemplo: 25,2 cm).

### 15.5 Altura total

Para la determinación de las alturas de los individuos dentro de la parcela, se deben seleccionar mínimo el 25% de los individuos totales de la parcela y un árbol representativo de cada categoría perteneciente a cada posición sociológica (dominantes, codominantes o dominados). Los árboles seleccionados deben ser rectos, sin inclinación, sin bifurcación y sin daños mecánicos.

Una vez agrupados los datos por predio, se debe establecer un modelo de regresión que permita calcular las alturas faltantes a partir de la relación altura-DAP. Para la estimación de los parámetros del modelo, se debe emplear el método de Mínimos Cuadrados. Los datos deben ser procesados mediante un paquete estadístico, con el fin de evaluar diferentes modelos y seleccionar el que mejor coeficiente de correlación ( $r^2$ ) presente, obteniendo así la ecuación final que permita el cálculo de la variable requerida (Altura).

La altura total se debe determinar siguiendo la metodología de la *Sección III. Registro y medición de individuos* del manual de campo del INF (IDEAM, 2018). El instrumento sugerido para la toma de esta variable son los hipsómetros digitales, los cuales deben presentar una sensibilidad mínima de 10 centímetros (cm) con respecto de la altura.

Cuando la medición se presente por debajo o encima de la base del árbol, se debe aplicar la corrección respectiva por la pendiente, de la medición realizada siguiendo la metodología de la guía de cubicación de madera (Gutiérrez et al., 2013).

En este sentido los datos consignados en el formulario de campo deben corresponder a la variable altura definida en metros (m) y con una cifra significativa en decimales (Ejemplo: 35,2 m).

## 16. Sistema de Gestión de los datos

Para el sistema de gestión y control de calidad de los datos se deben tener en cuenta dos instancias con el fin de evidenciar la integridad y reducir la incertidumbre de estos para su posterior procesamiento. Estos procesos se realizan en campo y posteriormente en oficina con el fin de corregir errores en cualquiera de estas instancias en las que se pueda presentar una inadecuada manipulación de los datos u otros tipos de inconvenientes asociados.

### 16.1 Revisión de campo

Las actividades de revisión y validación de los datos deben ser las siguientes:

El titular del proyecto debe realizar una remediación de por lo menos el 5% de las parcelas pertenecientes al proyecto. Estas remediciones se compararán posteriormente con los datos presentados en los formularios de muestreo y de llegar a superarse un 10% de error en diámetro, deben ser remedidas el total de las parcelas del proyecto.

**Nota:** La remediación debe realizarse con el mismo tipo de instrumento usado en el inventario, o en su defecto el nuevo instrumento deberá cumplir con la incertidumbre y cifras de significancia que poseía el instrumento empleado en la primera medición.

## 16.2 Revisión de oficina

La primera actividad de revisión de los datos fuera de campo es el conteo detallado del número de formularios de campo correspondientes de cada una de las parcelas, identificando que este debe ser igual al número de parcelas establecidas en el proyecto.

Posteriormente, se debe hacer un chequeo adecuado del 10% de los formularios de campo totales con el fin de evidenciar la calidad de la información consignada en cada uno de estos y teniendo en cuenta el número de errores presentados a partir de la evaluación en el llenado. El error debe ser considerado cuando se presenten los siguientes sucesos:

- a. Ausencia de algún parámetro o variable requerido por el formulario de campo;
- b. No se expresa una variable o parámetro de la manera correcta, según los parámetros definidos. Por ejemplo, expresar una variable numérica como alfanumérica; y
- c. La variable o parámetro no presenta la respectiva unidad de medida con la que fue colectada.

A partir de la revisión de estos se debe cuantificar la cantidad de errores (expresada en porcentaje) que poseen los formularios en el llenado de los datos. Por ejemplo, se cuenta el total de las variables requeridas en el formulario de campo (100%) y a partir de este se irán restando los respectivos pesos relativos que posee el llenado del formulario de campo para finalmente generar una media del total de los formularios revisados.

Si el error de la digitación o transformación de los datos supera al 20% se debe realizar una revisión exhaustiva de la totalidad de los formularios y hacer las correcciones necesarias, siendo necesaria la remediación en campo. Si es menor a este valor se aceptan los datos.

El titular del proyecto puede realizar un registro del control de datos realizados en esta fase, donde se identifique el nombre de la persona encargada, la fecha de realización, el porcentaje de discrepancia de los datos y los tratamientos posteriores realizados para reducir dicha valoración.

## 16.3 Funciones y responsabilidades del sistema de gestión

El titular del proyecto debe documentar las funciones y responsabilidades para las actividades relacionadas con el monitoreo o seguimiento al proyecto de GEI. Dentro de las funciones, se deben considerar:

- a. Controles como la revisión de oficina y otros que el titular del proyecto pueda implementar; y
- b. Autorización, aprobación y documentación de cambios en los datos registrados.

El titular del proyecto debe establecer un sistema de gestión documental y los responsables de este, de acuerdo con el numeral 18.

## 17. Riesgos de no permanencia

Las situaciones de manejo inadecuado de origen antropogénico, que generen pérdidas en la captura de carbono planteada dentro del proyecto, resultan en la no permanencia del proyecto. En el caso en que el titular de un predio desee realizar aprovechamiento mayor al 50% de los individuos arbóreos antes de lo determinado como la fecha de finalización del proyecto, y no esté estipulado dentro del Plan de establecimiento y manejo forestal (PEMF) como raleo, o dado por control sanitario imperioso, el predio debe ser inmediatamente apartado por parte del titular del proyecto, y no será beneficiario incluido en la cuantificación de las remociones de carbono; si el titular del predio en búsqueda de mejorar las características de la plantación debe remover este porcentaje o más, debe adicionar dicha área como un nuevo proyecto de remoción de carbono. La validación por parte del titular del proyecto, en el caso en que el titular del predio no notifique este cambio de cobertura se podrá realizar por medio de permisos de aprovechamiento o transporte maderable del ICA o al momento del monitoreo o verificación.

Cuando el titular de un predio desee desertar a la permanencia como proyecto de remoción de CO<sub>2</sub>, debe notificar al titular del proyecto su decisión previamente para apartar del proyecto, y sólo después podrá remover la cobertura vegetal.

En el escenario de eventos fortuitos de perturbación natural, el titular del predio deberá reportar la perturbación (inundaciones, incendios naturales, muerte por genética de individuos, plagas) al titular del proyecto, de tal manera que permita determinar y garantizar los cambios de las estimaciones de remoción de CO<sub>2</sub> en la cuantificación del proyecto mediante un cálculo conservador de las existencias de carbono pérdidas, basado en lo monitoreado de la afectación o evento de pérdida.

### 17.1 Análisis de riesgos y determinación de los créditos no transables

Con el fin de que el titular del proyecto establezca un porcentaje de los créditos de carbono totales como cupos no transables, por la posible presencia de fenómenos amenazantes de riesgos naturales (incendios, plagas y huracanes), internos (gestión y económicos) o externos (sociales y

tenencia de tierra), se llevará a cabo la determinación de estos por herramientas de cálculo desarrolladas por el titular del proyecto siguiendo lo establecido en el Anexo 9, Anexo 10 y Anexo 11, donde se analice el riesgo por categorías y subcategorías con valoraciones que permiten realizarse de manera dinámica.

La determinación de los créditos no transables ("buffer") se realizará mediante la herramienta de cálculo que debe basarse en la calificación de cada factor de riesgo y su peso relativo en la reducción de las remociones. El informe de riesgos de no permanencia será realizado por parte del titular del proyecto e informados al titular del predio, para que de esta manera este reconozca el porcentaje de los cupos que corresponderán a los no transables "buffer" depositados.

El análisis de riesgo partirá de la evaluación del proyecto respecto de los factores de riesgo asimilables a todos los proyectos tipo AFOLU denotados como riesgo interno, riesgo externo y riesgo natural, y de cada tipo de riesgo se evaluará su subcategoría, el cual presentara una calificación correspondiente en riesgo porcentual y la sumatoria en sus respectivos componentes definirá la calificación de cada categoría, la cual al ser compilada por categorías brindara la calificación total. Si la evaluación es extremadamente alta no es elegible el proyecto.

En este sentido la sumatoria total de las tres categorías de riesgos corresponderá a los créditos considerados como no transables o "buffer", determinados como un porcentaje correspondiente de los créditos totales removidos, y el resultado de esta resta tendrá el valor de créditos válidos iniciales por los cuales el titular del proyecto obtendrá su respectivo valor económico.

La suma total de todos los riesgos evaluados debe tener un valor mínimo del 10%, de esta manera si la valoración obtenida por medio de las herramientas de evaluación es menor se dará la valoración de 10%, si la valoración total obtenida supera el 50% el riesgo es inaceptablemente alto, por lo tanto es mejor no optar por realizar el proyecto, hasta que se implementen mejoras para la reducción de esta valoración, de la misma manera si el riesgo de cada categoría supera el 35% se obtendrá la misma conclusión.

Si por parte del titular del predio se desea disminuir la valoración de los créditos no transables determinados por la presente metodología, deberá de optar por disminuir cada ítem de evaluación en el análisis de riesgo, mediante medidas de mitigación, aplicando un manejo forestal sostenible y lo determinado en la guía de buenas prácticas para el uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (IPCC, 2003).

Durante la implementación del proyecto, en caso de presenciar la materialización de cualquier riesgo analizado, se debe realizar la reevaluación antes de la verificación del proyecto.

## 17.2 Riesgos Internos

Los riesgos internos comprenden tres subcategorías las cuales son la gestión de proyectos, validación financiera y costo de oportunidad (véase Anexo 9). Si un factor no está presente en el proyecto de reforestación se debe dar una valoración de cero y se justificará tal valor. Sin embargo, se debe evitar que todas las subcategorías adquieran un valor igual a cero.

La evaluación por la pertinencia de la especie forestal plantada se debe realizar mediante información secundaria provenientes de artículos científicos, o producción científica.

El análisis por variabilidad financiera (véase Anexo 9) se debe realizar considerando el número de años necesarios para conseguir el punto de equilibrio, todos los implementos y requerimientos tendrán el debido soporte. El análisis de costo de oportunidad debe concordar con la identificación de la línea base del proyecto y además tener en cuenta el valor actual neto y valor presente neto, a partir de una medida conservadora de los ingresos por ventas de créditos de carbono.

La calificación total de los riesgos internos esta dado por la suma de cada subcategoría de riesgo, el cual presentará una valoración mayor a cero.

## 17.3 Riesgos Externos

Los riesgos externos se componen de tres subcategorías: tenencia de la tierra, participación de la comunidad y riesgo político (véase Anexo 10). Si un factor no está presente en el proyecto de reforestación se da una valoración de cero y se justifica tal valor. Sin embargo, se debe evitar que todas las subcategorías adquieran un valor igual a cero. La calificación de riesgos externos está dada por la suma de cada subcategoría de riesgo, el cual debe corresponder a un valor mayor a cero.

En el caso de la tenencia de tierra, se debe realizar el análisis de riesgos a partir de la evaluación realizada en el apartado Tenencia de Tierra y con los respectivos soportes oficiales que permitan la verificación de la información.

La participación comunitaria tendrá en cuenta la información obtenida en el apartado 8.1. Cobeneficios, relacionada a la evaluación de los indicadores referentes a los ODS junto con información de vinculación oficial por parte del titular del proyecto; cuando la residencia de la comunidad asociada supera los 18 km respecto del límite del proyecto más cercano, esta subcategoría tomará un valor de 10.

Finalmente, la evaluación del riesgo político se basará en la gobernanza del proyecto o cualquier herramienta asociada a la gobernanza forestal ajustado de acuerdo con los indicadores propuestos por Fanzeres *et al.* (2014) para Colombia con base en la guía de evolución y monitoreo de gobernanza forestal de la FAO/PROFOR (2012) en este sentido los indicadores evaluados serán los presentados en la Tabla 11, los cuales serán evaluados por su cumplimiento o no cumplimiento.

Tabla 11. Componentes e indicadores correspondientes a la evaluación del riesgo político por gobernanza. Adaptado de Fanzeres *et al.* (2014)

| Componente  | Indicador   |
|---|---|
| Marco jurídico de apoyo y protección de la tenencia de tierras, propiedad y derechos de uso               | ¿La ley reconoce los derechos tradicionales de comunidades indígenas, afrocolombianas y campesinas?   |
| Concordancia entre las políticas más amplias de desarrollo y las políticas forestales                     | ¿La ley apoya y favorece los medios de vida sostenibles de las comunidades dependientes de los bosques?   |
| Transparencia y rendición de cuentas/responsabilidad  | ¿La asignación de permisos y autorizaciones de aprovechamiento forestal es transparente?  |
| Capacidad y gestión de las partes interesadas   | ¿La sociedad civil, comunidades étnicas y las pequeñas y medianas empresas tienen posibilidad de participar e involucrarse en la planificación forestal y la correspondiente toma de decisiones e implementación? |
| Administración de los recursos forestales   | ¿El sueldo y beneficios son adecuados para atraer personas competentes?   |
| Cooperación y coordinación  | ¿Las leyes apoyan la protección de derechos de trabajo, ambientales y otros en su aplicación a las actividades forestales?  |
| Mecanismos de combate contra la corrupción  | ¿Las medidas de seguimiento, incluyendo el enjuiciamiento de todas las partes involucradas en casos de corrupción, son eficaces y completas?  |
| El manejo de los bosques productivos asegura el mantenimiento de los ecosistemas forestales a largo plazo | ¿El manejo forestal que se aplica en el país asegura el mantenimiento de los ecosistemas forestales a largo plazo?  |

#### 17.4 Riesgos naturales

Los riesgos naturales se basan en la evaluación de la amenaza, vulnerabilidad y la mitigación que este tipo de eventos presenten, de acuerdo con un análisis histórico respecto de los últimos 30 años

en cercanías del área del proyecto, teledetección, simuladores, entre otros. Si esta información no se tiene se puede optar por usar valores conservadores respecto al área más cercana del proyecto. Su valoración se presenta en el Anexo 11 con sus respectivos ítems. Si un factor no se da en el proyecto de reforestación se dará por consiguiente una valoración de cero y la correspondiente justificación. Sin embargo, se debe evitar que todas las subcategorías adquieran un valor igual a cero. La calificación total de los riesgos naturales está dada por la suma de cada riesgo natural, el cual presentará una valoración mayor a cero.

En los proyectos AFOLU se establece que se deben evaluar como mínimo los riesgos relacionados a continuación:

- Fuego (F): Por ejemplo, brotes de incendios
- Brotes de plagas y enfermedades (EP): Por ejemplo, plagas asociadas a la especie
- Climas extremos: Por ejemplo, huracanes
- Riesgos geológicos: Por ejemplo, terremotos y volcanes
- Otro riesgo natural

La valoración de los riesgos naturales debe estimar el porcentaje de las existencias de carbono que se perderían por la presencia de este evento y, la mitigación de esta valoración, se debe dar acorde a las medidas de moderación adoptadas por el proyecto (por ejemplo: barreras cortafuegos, selección de especies resistentes a las plagas, Plan de manejo integrado de plagas forestales, entre otras).

La valoración total se basa en el producto de los tres componentes (*Amenaza x Vulnerabilidad x Mitigación*), multiplicando cada evento natural, por la vulnerabilidad y la mitigación, para que la posterior suma, ofrezca la valoración total de amenazas naturales.

## 18. Documentación del Proyecto de Mitigación

El titular del proyecto deberá asegurar contar con los documentos y registros necesarios para demostrar la conformidad del proyecto con los criterios y procedimientos identificados y utilizados durante la planificación e implementación del proyecto de mitigación, mediante el establecimiento de un sistema de gestión documental que asegure salvaguardar su documentación cuando esta se presente en forma de datos, registros, formatos y documentos internos o externos. Este sistema debe contar como mínimo con información documentada de la ubicación y medio (digital, físico u otros) de almacenamiento o archivo de la información existente y el personal autorizado para:

- a) Aprobar documentos para su uso;
- b) Revisar, actualizar y volver a aprobar documentos;

## Metodología AFOLU 001

- c) Confirmar la idoneidad de los documentos en etapa de uso o consulta;
- d) Prevenir el uso de documentos obsoletos; y
- e) Establecer reglas para la retención de documentos y registros de acuerdo con los objetivos del proyecto. Como mínimo, se deben retener un periodo de 10 años incluyendo los documentos correspondientes a la descripción del proyecto y cada periodo de monitoreo.

El titular del proyecto deberá preparar y presentar la siguiente documentación:

- a) Documento que describa el proyecto y su contexto en la etapa de planificación, de acuerdo con los numerales 7 al 12 y 17. Este documento deberá facilitar el proceso de validación (si aplica);
- b) Documento que describa el seguimiento o monitoreo del proyecto, de acuerdo con los numerales 13 al 17. Este documento deberá facilitar el proceso de verificación.

Otro contenido necesario en estos documentos es el siguiente:

Informar acerca de la validación al documento que describa el proyecto o la verificación al documento que describa el seguimiento, incluyendo el nivel de aseguramiento logrado;

Referenciar otros documentos que provean orientaciones de buenas prácticas utilizados como base para el cálculo de las remociones/reducciones u otras actividades realizadas en la planificación y seguimiento del proyecto;

Documentar la designación del representante autorizado para representar al proyecto; y

Presentar de forma clara los cambios suscitados entre las etapas de planificación y seguimiento.

Se pueden incluir otros numerales e información de ser necesario.

El titular puede utilizar un formato libre para desarrollar los documentos o puede utilizar los formatos publicados en la página de ColCX.

Los documentos mencionados anteriormente pueden ser presentados en uno solo cuando se realizan actividades de validación y verificación conjunta.

Los documentos y registros necesarios para demostrar la conformidad deben estar conservados de forma segura y disponibles según el numeral 16.3.

## Contribuciones para el desarrollo de la metodología

El equipo involucrado en el desarrollo de la metodología en cuestión se presenta a continuación:

| <b>Desarrolladores de la metodología</b> |  |   |
|--|--|---|
| Autores                                  | Cristian David Aldana Amaya<br>Andrés Felipe Silva Rosas   | Universidad Distrital Francisco<br>José de Caldas - CO <sub>2</sub> CERO S.A.S. |
| Colaboradores                            | Robert Orlando Leal Pulido   | Universidad Distrital Francisco<br>José de Caldas                               |
| <b>Equipo Técnico Asistente</b>          |  |   |
| Colaboradores                            | Adriana Abondano Pineda<br>Brian Stig Guerrero Gaitán<br>Andrés Eduardo Alfonso<br>Camilo Andrés Barrero<br>José Luis Rivera Mican | CO <sub>2</sub> CERO S.A.S.   |
| <b>Revisor</b>                           |  |   |
| Colaboradores                            | Mario Cuasquen<br>Julio Giraldo<br>Patricia Gómez González   | Canal Clima<br>Canal Clima – ColCX<br>Refocosta                                 |

La presente metodología fue publicada y sometida a consulta pública en el sitio web de ColCX y Canal Clima, a través de redes sociales, invitaciones a entidades públicas y privadas por un periodo de 30 días calendario desde el 26 de agosto al 26 de septiembre. A continuación, se presentan las entidades participes de esta fase y se les brinda un agradecimiento por su contribución:

### ICONTEC



Metodología AFOLU 001



**AGI Ambiental S.A.S**

**Organismo Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC)**

## Bibliografía

**Álvarez Espinosa, A. C., Ordoñez, D. A., Wills, W., Romero, G., Calderón, S. L., Hernández, G., Argüello, R., & Delgado, R. (2017).** Compromiso de Reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero: Consecuencias Económicas. *Archivos de Economía*, 440, 38. <https://www.dnp.gov.co/estudios-y-publicaciones/estudios-economicos/Paginas/archivos-de-economia.aspx>.

**Ballesteros, H. O. B., & Aristizábal, G. L. (2007).** Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático. Bogotá DC: nota técnica del IDEAM.

**Barrios, A., López, A., Trincado, G., & Nieto, V., (2011).** Monitoreo y modelamiento del crecimiento, como herramienta para el manejo de plantaciones forestales comerciales. Bogotá, Colombia: Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal

**Bernal, R., Gradstein S. & Celis, M. (2019).** Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>.

**Biocarbon Fund. (2008).** Methodology for Estimating Reductions of GHG Emissions from Mosaic Deforestation. RED-NM.001/Version 01.111 p

**Bruce, J. W. (2000).** Conceptos sobre tenencia de la tierra. Land Tenure Center, University of Wisconsin-Madison.

**Bustamante, M., Robledo-Abad, C., Harper, R., Mbow, C., Ravindranat, N. H., Sperling, F., Haberl, H., Pinto, A. de S., & Smith, P. (2014).** Co-benefits, trade-offs, barriers and policies for greenhouse gas mitigation in the agriculture, forestry and other land use (AFOLU) sector. *Global Change Biology*, 20(10), 3270–3290. <https://doi.org/10.1111/gcb.12591>.

**Cabrera, E., Galindo, G., & Vargas, D. (2011).** Protocolo de Procesamiento Digital de Imágenes para la Cuantificación de la Deforestación en Colombia, Nivel Nacional Escala Gruesa y Fina. Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales IDEAM-. Bogotá D.C., Colombia. 44 p.

**Casanoves, F., Cifuentes Jara, M., & Chacón León, M. (2017).** Estimación del carbono a partir de inventarios forestales nacionales Buenas prácticas para la recolección, manejo y análisis de datos.

**CORPORACIÓN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN Y FOMENTO FORESTAL (CONIF). (1997).** Fortalecimiento institucional para el ordenamiento sostenible de plantaciones forestales Colombia. Pautas para el manejo sostenible de plantaciones. Santafé de Bogotá, CONIF. Ministerio del Medio Ambiente, Proyecto OIMT. 30 p. Tabls. DB-CIF COL 09574.

**Daviet, F., Greenhalgh, S., & Weninger, E. (2006).** The Land Use, Land-Use Change, and Forestry Guidance for Greenhouse Gas Project Accounting.

**Díaz-Cruz, M. C. (2016).** Bonos de carbono: un instrumento en el sistema financiero internacional. *Libre Empresa*, 13(1), 11–33. <https://doi.org/10.18041/libemp.2016.v13n1.25106>.

**Dudley, N. (Editor) (2008).** Directrices para la aplicación de las categorías de gestión de áreas protegidas. Gland, Suiza: UICN. x + 96pp.

**Econometría Consultores (2014).** Desarrollo y aplicación piloto de la metodología de evaluación de los Cobeneficios de acciones de mitigación del cambio climático en Colombia. Producto 4: Informe Final.

**Espinoza, W., Krishnamurthy, L, Vázquez, A. & Torres, A. (2012).** Almacén de carbono en sistemas agroforestales con café. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 18(1), 57-70. <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2011.04.030>

**FAO. (2017).** Carbono Orgánico del Suelo: el potencial oculto. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura Roma, Italia

**Fernández, O., Ramírez, J., Blanco, J., Núñez, J., Calvete, J., & Serrano, J. J. (2005).** Optimización de la ejecución y explotación de Inventarios Forestales mediante el empleo de herramientas. *Cuadernos de La Sociedad Española de Ciencias Forestales*, 109(19), 103–109.

**Fanzeres, A.; Ortiz, B., Torres, J., Orozco, J., Mondragón, M., Menton, M., Bohórquez, N., Aguirre, N., Kometer, R. & Ingram, V. (2014).** Propuesta Metodológica para la Medición y Evaluación de la Gobernanza Forestal en Brasil, Colombia, Ecuador y Perú. TRAFFIC. Cambridge

**Gallegos, A., Gonzales, G., Hernández, E., & Castañeda, J., (2008).** Determinación de gremios ecológicos de ocho especies arbóreas de un bosque tropical de Jalisco, México. V Simposio Internacional sobre Manejo Sostenible de los Recursos Forestales. SIMFOR.

**Gayoso, J., & Schlegel, B. (2001).** Guía para la formulación de proyectos forestales de carbono. Universidad Austral de Chile. Proyecto FONDEF D 9811076. Valdivia, Chile.

**Gutiérrez, E., Moreno, R. & Villota, N., (2013).** Guía de la cubicación de madera, No. 1. Proyecto Posicionamiento de la Gobernanza Forestal en Colombia. CARDER. Risaralda, Colombia.

**Grupo Consultivo de Expertos (GCE).** Manual sobre los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura.

**Hidalgo C., P. (2011).** Determinación de las reservas totales de Carbono en un sistema agroforestal de la Selva Alta de Tingo María. *Aporte Santiaguino*, 4(1), pág. 87-92. <https://doi.org/10.32911/as.2011.v4.n1.532>

**Holdridge, Leslie. (1996).** Ecología Basada en Zonas de Vida. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA. San José de Costa Rica. p.225.

**ICONTEC (2018).** Guía para la formulación, validación y verificación de proyectos forestales de mitigación de cambio climático. Versión 2.0.

**IDEAM (2007).** Informe 11. Consultor 01. Módulo de uso del suelo, cambio en el uso del suelo y silvicultura.

**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.

**IDEAM, (2018).** Manual de Campo Inventario Forestal Nacional Colombia. Colombia. Bogotá, 2018. 160 páginas.

**IGAC. (2012).** Conflictos de uso del territorio colombiano. Escala 1:100.000. Bogotá (Colombia).

**IPCC (2015).** Cambio Climático 2014, Mitigación del cambio climático, Resumen para responsables de políticas, resumen técnico. Grupo Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático 2015.

**IPCC (2018).** Anexo I: Glosario [Matthews J.B.R. (ed.)]. En: Calentamiento global de 1,5 °C, Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza.

**Kishor, N. & Kenneth R. (2012).** Assessing and Monitoring Forest Governance: A User's Guide to a Diagnostic Tool. Washington DC: Program on Forests (PROFOR).

<http://www.profor.info/sites/profor.info/files/docs/AssessingMonitoringForestGovernance-guide.pdf>.

**MADS (2015).** Plan Nacional de Restauración: restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas. Grupo de Divulgación de Conocimiento y Cultura Ambiental, Bogotá D.C.

**MADS & IDEAM (2020).** Guía Técnica Registro Nacional de Reducción de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (RENARE). Versión 1.0., Bogotá Colombia.

**MacDiken, K. (1997).** *A Guide to monitoring carbon storage in forestry and agroforestry projects.* Arlington, VA, USA. Winrock International Institute for Agriculture Development.

**Martínez, H., Fuentes, E., & Acevedo H. (2008).** Carbono orgánico y propiedades del suelo. *R.C. Suelo Nutr. Veg., Temuco*, v.8, n.1, p. 68-96.

**McRoberts, R. E., Tomppo, E. O., & Czaplewski, R. I. (2013).** Diseños de muestreo de las Evaluaciones Forestales Nacionales. In FAO (Ed.), *Antología de conocimiento para la evaluación de los Recursos Forestales Nacionales. Recreaciones para estimación y la supervisión* (Versión 20, pp. 1–21).

**Phillips J.F., Duque A.J., Cabrera K.R., Yepes A.P., Navarrete D.A., García M.C., Álvarez E., Cabrera E., Cárdenas D., Galindo G., Ordóñez M.F., Rodríguez M.L., Vargas D.M. (2011).** Estimación de las reservas potenciales de carbono almacenadas en la biomasa aérea en bosques naturales de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales-IDEAM. Bogotá D.C., Colombia. 32 pp.

**PROCLIMA (2020).** Cuantificación de reducción de emisiones o remociones de GEI de proyectos sectoriales de mitigación, Sector AFOLU, V2.1., Bogotá-

**Romahn De La Vega, C. F., & Ramírez Maldonado, H. (2010).** Dendrometría. Texcoco: Universidad Autónoma de Chapingo, División Ciencias Forestales.

**Ruiz, F., & Somarriba, A. (2002).** Evaluación del efecto de la práctica de no quema en el almacenamiento de carbono y la fertilidad de suelos en las comunidades de las cámaras y sabana larga, Estelí, Nicaragua. Universidad centroamericana. Managua, Nicaragua.

**Rügnitz, M. T., Chacón, M. L., Porro R. (2009).** *Guía para la Determinación de Carbono en Pequeñas Propiedades Rurales*--1. ed.--Lima, Perú.: Centro Mundial Agroflorestal (ICRAF) / Consorcio Iniciativa Amazônica (IA). 79 p.

**Sabogal-Aguilar, J., Moreno-Castillo, E., & Ortega-Guerrero, G. A. (2009).** Procesos de certificación de proyectos de captura de gases de efecto invernadero (GEI). En los Mercados Internacionales de Carbono. *Gestión y Ambiente*, 12(3), 7–20.

**Samayoa, S. (2011).** Guía de orientaciones: Mercado de carbono, oportunidades para proyectos de pequeña escala.

**Schlegel, B., Gayoso, J., & Guerra, J. (2001).** Manual de procedimientos para inventarios de carbono en ecosistemas forestales. *En la Universidad Austral De Chile*.

**Seeberg-Elverfeldt, C. (2010).** Las posibilidades de financiación del carbono para la agricultura, la actividad forestal y otros proyectos de uso de la tierra en el contexto del pequeño agricultor. *Medio Ambiente y Recursos Naturales. Documento de Trabajo (FAO)*.

**UPRA (2015).** *Zonificación para plantaciones forestales con fines comerciales, Escala 1:100.000*. In *Memoria Técnica* (Vol. 1, Issue 1).

**Yepes, A., Navarrete D.A., Phillips J.F., Duque, A.J., Cabrera, E., Galindo, G., Vargas, D., García, M.C y Ordoñez, M.F. (2011).** Estimación de las emisiones de dióxido de carbono generadas por deforestación durante el periodo 2005-2010. Instituto de Hidrología, Meteorología, y Estudios Ambientales-IDEAM-. Bogotá D.C., Colombia. 32 pp.

## Anexos

**Anexo 1.** Normativa de referencia ambiental, de la actividad y del tipo de proyecto de reforestación y captura de carbono.

- 1) **Ley 164 de 1994.** Por medio de la cual se aprueba la "Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático".
- 2) **Ley 788 de 2002.** Por la cual se expiden normas en materia tributaria y penal del orden nacional y territorial; y se dictan otras disposiciones. Determinados incentivos para proyectos de reducción de GEI en el Art 18 y 45.
- 3) **CONPES 3242 de 2003.** "Estrategia Nacional para la venta de servicios ambientales de mitigación de cambio climático".
- 4) **Resolución 0453 de 2004.** Por la cual se adoptan los principios, requisitos y criterios y se establece el procedimiento para la aprobación de proyectos de reducción de emisiones de GEI que optan al MDL (MAVDT).
- 5) **Resolución 2733 de 2010.** Por la cual se adoptan los requisitos y evidencias de contribución al desarrollo sostenible del país, se establece el procedimiento para la aprobación nacional de programas bajo MDL y se reglamenta la autorización de las entidades coordinadoras (MAVDT).
- 6) **NTC 6208:2016.** Acciones de mitigación en el sector uso del suelo, cambio en el uso del suelo y silvicultura (USCUSS) a nivel rural, incorporando consideraciones sociales y de biodiversidad
- 7) **Norma ISO 14065:2016(es).** GEI. Requisitos para los organismos que realizan la validación y la verificación de GEI, para su uso en acreditación u otras formas de reconocimiento.
- 8) **Ley 1819 de 2016.** Establece en su Art. 221 el Impuesto Nacional al Carbono, así como las tarifas y las bases gravables para cada combustible fósil (Art. 222).
- 9) **Ley 1844 de 2017.** Por la cual se aprueba el Acuerdo de París adoptado el 12 de diciembre de 2015.
- 10) **Ley 1931 de 2018.** Por el cual se establecen directrices para la gestión del cambio climático. Se identifica la responsabilidad a nivel nacional de ejecutar acciones que permitan reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas al Cambio Climático.
- 11) **Norma NTC-ISO 14066:2019(es).** GEI. Requisitos de competencia para los equipos de validación y de verificación de GEI.
- 12) **Norma NTC-ISO 14064-1:2020(es).** GEI. Parte 1: Especificación con orientación, a nivel de las organizaciones, para la cuantificación y el informe de las emisiones y remociones de GEI.

**Anexo 2.** Metodologías de referencia.

1. AR-ACM0002: Forestación o reforestación de tierras degradadas sin desplazamiento de actividades previas al proyecto.
2. AR-ACM0003: Forestación y reforestación de tierras excepto humedales.

3. AR-ACM0001. La forestación y reforestación de tierras degradadas a través de la plantación de árboles, la regeneración natural asistida y el control del pastoreo animal.
4. AR-AMS0003. Restauración de tierras degradadas mediante la forestación/reforestación
5. AR-AM0007. Forestación y Reforestación de Tierras Actualmente Bajo Uso Agrícola o cubierta con pastos.

**Anexo 3. Identificación de los posibles co-beneficios del proyecto**

| Tipo de Co-beneficio | Co-beneficio                                  | Medición  |
|----------------------|---|---|
| <b>Sociales</b>      | Generación de empleo                          | No. Trabajadores contratados.   |
|                      | Reducción de la pobreza                       | No. trabajadores o personas involucradas en el proyecto que poseen acceso a servicios de salud. |
|                      | Tecnificación                                 | Capacitaciones realizadas para orientar en buenas prácticas de manejo.                          |
| <b>Ambientales</b>   | Incremento biodiversidad                      | Estudios que identifiquen cambios (aumento) en la biodiversidad local.                          |
|                      | Generación de servicios ecosistémicos         | Estudios que identifiquen la disminución de la erosión del suelo.                               |
|                      | Regulación del balance hídrico                | Cantidad de escorrentía en laderas  |
|                      | Reducción riesgos por fuego                   | No. de incendios ocasionados durante la permanencia del proyecto.                               |
| <b>Económicos</b>    | Incremento ingresos                           | Ingreso promedio mensual  |
|                      | Reducción de los costos generados por insumos | Reducción de gastos en insumos para el manejo del suelo.  |

**Fuente:** Adaptada de Econometría Consultores (2014).

**Anexo 4. Clasificación de "Bosque o No Bosque" de acuerdo con el IPCC/CLC adaptada para Colombia.**

| Categoría IPCC | CORINE LAND COVER - Colombia |                        |           | Análisis deforestación |
|----------------|------------------------------|------------------------|-----------|------------------------|
|                | Nivel I                      | Nivel II               | Nivel III |                        |
| Asentamientos  | Territorios artificializados | Zonas urbanizadas      |           | No Bosque              |
|                |                              | Otras artificializadas |           | No Bosque              |

| Categoría IPCC        | CORINE LAND COVER - Colombia   |   |                                       | Análisis de deforestación |
|-----------------------|--------------------------------|---|---------------------------------------|---------------------------|
|                       | Nivel I                        | Nivel II                                    | Nivel III                             |                           |
| Praderas o pastizales | Territorios agrícolas          | Cultivos transitorios                       |                                       | No Bosque                 |
|                       |                                | Cultivos permanentes                        |                                       | No Bosque                 |
|                       |                                | Pastos                                      |                                       | No Bosque                 |
| Praderas o pastizales |                                | Áreas agrícolas heterogéneas                |                                       | No Bosque                 |
| Tierras Forestales    | Bosques y áreas Semi-Naturales | Bosques                                     | Bosques Natural                       | Bosque                    |
|                       |                                |   | Plantación Forestal                   | No Bosque                 |
| Praderas o pastizales | Bosques y áreas Semi-Naturales | Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva | Áreas con vegetación arbustiva        | No Bosque                 |
|                       |                                |   | Áreas con vegetación herbácea         | No Bosque                 |
|                       |                                |   | Vegetación secundaria o en transición | No Bosque                 |
| Tierras Forestales    | Bosques y áreas Semi-Naturales | Áreas abiertas, sin o con poca vegetación   | Zonas quemadas                        | No Bosque                 |
|                       |                                |   | Otras áreas de vegetación             | No Bosque                 |
| Humedales             | Áreas húmedas                  | Áreas húmedas continentales                 |                                       | No Bosque                 |
|                       |                                | Áreas húmedas costeras                      |                                       | No Bosque                 |
|                       | Superficie de agua             | Superficie de agua                          |                                       | No Bosque                 |

Fuente: Cabrera *et al.* (2011).

**Anexo 5.** Valor conservador por defecto en porcentaje de las reservas de carbono en la madera muerta.

| Dato   | $f_{C_{MM}}$  |                  |                        |                  |
|--------|---|------------------|------------------------|------------------|
|        | Régimen de temperatura  | Elevación (msnm) | Precipitación (mm/año) | $f_{C_{MM}}$ (%) |
| Valor  | Tropical  | < 2000           | < 1000                 | 2                |
|        |   |                  | 1000-1600              | 1                |
|        |   |                  | >1600                  | 6                |
|        | Templado  | > 2000           | Todos                  | 7                |
|        |   | Todos            | Todos                  | 8                |
| Fuente | Valores conservadores a partir de Delaney <i>et al.</i> , (1997); Smith <i>et al.</i> , (2006); Glenday, 2008; Keller <i>et al.</i> , (2004); Eaton & Lawrence (2006); Krankina & Harson (1995); & Clark <i>et al.</i> , (2002) |                  |                        |                  |

Fuente: Adaptada de la AR-TOOL12.

**Anexo 6.** Valor conservador por defecto en porcentaje de las reservas de carbono en la hojarasca.

| Dato   | $f_{C_{HOJ}}$   |                  |                        |                   |
|--------|---|------------------|------------------------|-------------------|
|        | Régimen de temperatura  | Elevación (msnm) | Precipitación (mm/año) | $f_{C_{HOJ}}$ (%) |
| Valor  | Tropical  | < 2000           | < 1000                 | 4                 |
|        |   |                  | 1000-1600              | 1                 |
|        |   |                  | >1600                  | 1                 |
|        | Templado  | > 2000           | Todos                  | 1                 |
|        |   | Todos            | Todos                  | 4                 |
| Fuente | Valores conservadores a partir de Delaney <i>et al.</i> , (1997); Smith <i>et al.</i> , (2006); Glenday, 2008; Keller <i>et al.</i> , (2004); Eaton & Lawrence (2006); Krankina & Harson (1995); & Clark <i>et al.</i> , (2002) |                  |                        |                   |

Fuente: Adaptada de la AR-TOOL12.

**Anexo 7.** Existencias de carbono orgánico ( $C_{CO\_REF,i}$ ) por defecto de acuerdo con la vegetación natural.

| Región climática      | Suelos HAC | Suelos LAC | Suelos arenosos | Suelos volcánicos |
|-----------------------|------------|------------|-----------------|-------------------|
| Templado frío, seco   | 50         | 33         | 34              | 20                |
| Templado frío, húmedo | 95         | 85         | 71              | 130               |

| Región climática   | Suelos HAC | Suelos LAC | Suelos arenosos | Suelos volcánicos |
|--|------------|------------|-----------------|-------------------|
| Templado cálido, seco  | 38         | 24         | 19              | 70                |
| Templado cálido, húmedo  | 88         | 63         | 34              | 80                |
| Tropical, húmedo   | 65         | 47         | 39              | 70                |
| Tropical, muy húmedo   | 44         | 60         | 66              | 130               |
| Tropical montano   | 88         | 63         | 34              | 80                |
| <p><b>Suelos HAC:</b> con minerales arcillosos de alta actividad, suelos de ordenes Mollisoles, Vertisoles, Alfisoles con saturación de bases, Aridisoles, Inceptisoles.</p> <p><b>Suelos LAC:</b> con minerales de arcilla de baja intensidad, suelos de órdenes Ultisoles, Oxisoles y Alfisoles ácidos.</p> <p><b>Suelos arenosos:</b> todos los suelos que tienen &gt;70% de arena y &lt;8% de arcilla.</p> <p><b>Suelos volcánicos:</b> suelos derivados de ceniza volcánica, del orden Andisol.</p> |            |            |                 |                   |

Fuente: Adaptada de la AR-TOOL16.

**Anexo 8.** Factores relativos de cambios ( $f_{LU,i}$ ,  $f_{MG,i}$ ,  $f_{IN,i}$ ) en las reservas de carbono orgánico. Régimen de temperatura y humedad de acuerdo con la clasificación climática de Koppen, efectivo durante un periodo de 20 años.

| Factor                       | Nivel  | Régimen de temperatura | Régimen de humedad  | Valor |
|------------------------------|--|------------------------|---------------------|-------|
| Uso del suelo ( $f_{LU,i}$ ) | Cultivos permanentes mayores de 20 años de permanencia | Templado               | Seco                | 0,80  |
|                              |  |                        | Húmedo              | 0,69  |
|                              |  | Tropical               | Seco                | 0,58  |
|                              |  |                        | Húmedo o muy húmedo | 0,48  |
|                              | Tropical montano                                       | Todos                  | 0,64                |       |
|                              | Cultivos de 20 años o temporales (<5 años)             | Templado y tropical    | Seco                | 0,93  |
|                              |  |                        | Húmedo o muy húmedo | 0,82  |
|                              |  | Tropical montano       | Todos               | 0,88  |

| Factor                             | Nivel                           | Régimen de temperatura | Régimen de humedad  | Valor |
|------------------------------------|---------------------------------|------------------------|---------------------|-------|
|                                    | Pastos                          | Todos                  | Todos               | 1,00  |
| Prácticas de manejo ( $f_{MG,i}$ ) | Labranza total                  | Todos                  | Húmedo o muy húmedo | 1,00  |
|                                    | Labranza reducida               | Templado               | Seco                | 1,02  |
|                                    |                                 |                        | Húmedo              | 1,08  |
|                                    |                                 | Tropical               | Seco                | 1,09  |
|                                    |                                 |                        | Húmedo o muy húmedo | 1,15  |
|                                    | Tropical montano                | Todos                  | 1,09                |       |
|                                    | Pastos moderadamente degradados | Templado               | Todos               | 0,95  |
|                                    |                                 | Tropical               | Todos               | 0,97  |
|                                    |                                 | Tropical montano       | Todos               | 0,96  |
|                                    | Pastos manejados                | Todos                  | Todos               | 1,00  |
|                                    | Pastos severamente degradados   | Todos                  | Todos               | 0,70  |
| Insumos ( $f_{IN,i}$ )             | Alto o sin manejo               | Templado y tropical    | Seco                | 1,04  |
|                                    |                                 |                        | Húmedo o muy húmedo | 1,11  |
|                                    |                                 | Tropical montano       | Todos               | 1,08  |
|                                    | Medio                           | Todos                  | Todos               | 1,00  |
|                                    | Bajo                            | Templado               | Seco                | 0,95  |
|                                    |                                 |                        | Húmedo              | 0,92  |
|                                    |                                 | Tropical               | Seco                | 0,96  |
|                                    |                                 |                        | Húmedo o muy húmedo | 0,92  |
|                                    | Tropical montano                | Todos                  | 0,94                |       |
|                                    | Pastos con manejo alto          | Todos                  | Todos               | 1,11  |
| Pastos con manejo medio o bajo     | Todos                           | Todos                  | 1,00                |       |

Fuente: Adaptada de la AR-TOOL16.

**Anexo 9. Valoración de los riesgos internos, para el análisis de riesgos.**

| Subcategoría                 | Ítem de evaluación  | Valor (%) |
|------------------------------|---|-----------|
| <b>Gestión de proyectos</b>  | Requiere la aplicación continua de control químico de plagas en más de 50% del área sobre la cual se emitirán los bonos de carbono (demostrado por requerimientos de los árboles)   | 2         |
|                              | El equipo de gestión (titulares del proyecto) no presenta personal con experiencia en lo relacionado con el éxito de proyectos AFOLU (Ejemplo: sin ni siquiera una persona con al menos 5 años de experiencia)  | 2         |
|                              | El equipo de gestión no se encuentra cercanos al área del proyecto (ni siquiera una persona del equipo de titulares directos del proyecto se encuentra en el mismo departamento del proyecto)   | 2         |
|                              | El equipo de gestión incluye personal con experiencia en proyectos AFOLU  | -2        |
|                              | Plan de manejo adaptativo incluido, como lo establece el plan de restauración, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas (MADS, 2015), como un mecanismo de gestión óptimo para la gestión adaptativa de proyectos con recursos naturales  | -2        |
| <b>Viabilidad financiera</b> | Para llegar al punto de equilibrio del proyecto, deberán esperarse más de 10 años a la actual evaluación  | 3         |
|                              | Para llegar al punto de equilibrio del proyecto, deberán esperarse entre 7 a 10 años a la actual evaluación   | 2         |
|                              | Para llegar al punto de equilibrio del proyecto, deberán esperarse entre 4 a 7 años a la actual evaluación  | 1         |
|                              | El proyecto ha asegurado menos del 15% de la financiación necesaria para cubrir los requerimientos económicos totales un año antes de alcanzar el punto de equilibrio (De acuerdo con la proyección de la gráfica de flujo de caja, donde se pueda constate si el proyecto ya está ejecutado los requerimientos económicos que se tienen a este año, mediante documentación de las fuentes de financiación) | 3         |
|                              | El proyecto ha asegurado entre el 15% a 40% de la financiación necesaria para cubrir los requerimientos económicos totales un año antes de alcanzar el punto de equilibrio  | 2         |
|                              | El proyecto ha asegurado entre el 40% al 80% de la financiación necesaria para cubrir los requerimientos económicos totales un año antes de alcanzar el punto de equilibrio   | 1         |

|                             |   |    |
|-----------------------------|---|----|
|                             | El proyecto tiene disponible al menos el 50% del requerido total antes de alcanzar el punto de equilibrio   | -2 |
| <b>Costo de oportunidad</b> | El VPN de la actividad alternativa más rentable sea al menos 100% más que las correspondientes al proyecto de reforestación (Ejemplo: el proyecto asociado a las pasturas en la línea base supera por dos veces (100%) el VPN que se tendría del proyecto por venta de créditos de carbono)     | 8  |
|                             | El VPN de la actividad alternativa más rentable está entre 50% al 100% más que las correspondientes al proyecto de reforestación  | 6  |
|                             | El VPN de la actividad alternativa más rentable está entre 20% al 50% más que las correspondientes al proyecto de reforestación   | 4  |
|                             | El VPN de las actividades del proyecto de reforestación será entre 20% al 50% más rentable que la actividad alternativa   | -2 |
|                             | El VPN de las actividades del proyecto de reforestación será mayor al 50% más rentable que la actividad alternativa (Ejemplo: el proyecto asociado a la venta de créditos de carbono será por más mitad de veces con respecto del VPN de unas pasturas presentes en el escenario de línea base) | -4 |
|                             | El proyecto está protegido por un compromiso legal vinculante de continuar con las prácticas de gestión que protege las reservas de carbono (Ejemplo: un acuerdo firmado por ambos titulares que respalde la gestión en el tiempo del proyecto de remoción de CO <sub>2</sub> )                 | -2 |

Adaptado de VSC (2019).

**Anexo 10.** Valoración de los riesgos externos, para el análisis de riesgos.

| Subcategoría   | Ítem de evaluación   | Valor (%) |
|--|--|-----------|
| <b>Tenencia de la tierra y acceso a los recursos</b> | El derecho de propiedad pertenece a diferentes personas naturales o jurídicas (más de una persona propietaria)   | 2         |
|  | Existen disputas sobre el derecho de uso y propiedad entre los titulares del predio de o vecinos (Ejemplo: disputas por alinderados, presencia de vías carreteables, uso del agua, entre otro) | 5         |
|  | El proyecto y su área está protegido por un compromiso legal vinculante que demuestre que la actividad de mitigación permanecerá durante el tiempo pactado (Ejemplo: un acuerdo                | -2        |

| Subcategoría                         | Ítem de evaluación   | Valor (%) |
|--------------------------------------|--|-----------|
|                                      | firmado por ambos titulares que respalde la permanencia en el tiempo del proyecto de remoción de CO <sub>2</sub> ).  |           |
|                                      | Cuando se ha tenido disputa por los titulares del predio anteriormente y se presenta evidencia documentada que representen resolución de dichas disputas por mutuo acuerdo (Ejemplo: acuerdos provenientes de juzgados departamentales)                                    | -1        |
|                                      | Aquel proyecto que nunca ha presentado disputas sobre el derecho de uso y propiedad entre los titulares del predio de o vecinos  | -2        |
| <b>Participación de la comunidad</b> | Se tienen en cuenta menos del 21 al 50% de los trabajadores viven dentro del área de impacto del proyecto y dependen del proyecto (vereda dentro de un radio de 18 km respecto del límite del proyecto más próximo)  | 5         |
|                                      | Se tienen en cuenta menos del 20% de los trabajadores viven dentro del área impacto del proyecto y dependen del proyecto   | 10        |
|                                      | El proyecto genera impactos positivos de acuerdo con la tabla 1, cumpliendo con entre 5 y 6 ODS para mejorar la calidad de vida de la comunidad asociada.  | -3        |
|                                      | El proyecto genera impactos positivos de acuerdo con la tabla 1, cumpliendo con entre 7 y 8 ODS para mejorar la calidad de vida de la comunidad asociada.  | -4        |
|                                      | El proyecto genera impactos positivos de acuerdo con la tabla 1, cumpliendo con más de 9 ODS para mejorar la calidad de vida de la comunidad asociada.   | -5        |
| <b>Riesgo político</b>               | Si cumple dos o menos componentes de gobernanza  | 6         |
|                                      | Si cumple de tres a cuatro componentes de gobernanza   | 4         |
|                                      | Si cumple de cinco a seis componentes de gobernanza  | 2         |
|                                      | Si cumple siete componentes de gobernanza  | 1         |
|                                      | Las políticas relacionadas con el impuesto nacional al carbono son susceptibles a cambios medianamente considerables que afecten su aplicabilidad (Ejemplo: se tiene un proyecto de ley que busca dar mayor importancia a otros proyectos MDL)                             | 3         |
|                                      | Las políticas relacionadas con el impuesto nacional al carbono son susceptibles a cambios relativamente considerables que afecten su aplicabilidad (Ejemplo: se tiene un proyecto de ley que busca disminuir a más de la mitad el valor del impuesto nacional del carbono) | 5         |

| Subcategoría | Ítem de evaluación  | Valor (%) |
|--------------|---|-----------|
|              | Las políticas relacionadas con el impuesto nacional al carbono son susceptibles a cambios considerables que afecten su aplicabilidad (Ejemplo: se tiene un proyecto de ley que busca disminuir la no causación del impuesto nacional del carbono) | 6         |

Adaptado de VSC (2019).

**Anexo 11.** Valoración de los riesgos naturales, para el análisis de riesgos.

| Riesgos naturales  |                |                 |                |                 |
|--|----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| Amenaza (años)   | Menos de 3     | Entre 3,1 a 7,5 | Entre 7,6 a 15 | Entre 15,1 a 30 |
| Tipo (perdidas CO <sub>2</sub> e)  |                |                 |                |                 |
| Catastrófico (70% o más)   | -              | 30              | 20             | 5               |
| Devastador (De 50% a 70%)  | 30             | 20              | 5              | 2               |
| Mayor (De 25% a 50%)   | 20             | 5               | 2              | 1               |
| Menor (del 5% al 25%)  | 5              | 2               | 1              | 1               |
| Insignificante (menor a 5%)  | 2              | 1               | 1              | 0               |
| Vulnerabilidad   |                |                 |                |                 |
| Tipo   | Valoración (%) |                 |                |                 |
| Vulnerable o muy vulnerable  | 2              |                 |                |                 |
| Medianamente vulnerable  | 1              |                 |                |                 |
| Poco vulnerable  | 0,5            |                 |                |                 |
| Nada vulnerable  | 0              |                 |                |                 |
| Mitigación   |                |                 |                |                 |
| Tipo   | Valoración (%) |                 |                |                 |
| Se implementan medidas de prevención para el factor del riesgo   | 0,5            |                 |                |                 |
| El titular del proyecto tiene un historial probado para saber gestionar este tipo de riesgos naturales | 0,5            |                 |                |                 |
| Los dos anteriores al mismo tiempo   | 0,25           |                 |                |                 |

Fuente: Adaptado de VSC (2019).

**Anexo 12.** Contenido de los documentos que describen el proyecto y el seguimiento o monitoreo del proyecto

Numeral 7.

Título del proyecto;

Nombre del titular del proyecto o proponente del proyecto;

## Bitácora de cambios

Cambios realizados para la versión 1.1 del 30/03/2022.

1. Cambio de numeración en la versión del documento. Pasa de 1.0 a 1.1.;
2. En el numeral 3. Definiciones se incluye la definición de: criterios, participante del proyecto y procedimiento;
3. El numeral 7 en sus literales a) al i) se reorganiza y se incluyen otros temas de la siguiente manera:
  - a. Se modifican los literales a) y b) y se incluye el literal c) y nota subsiguiente, solicitando la identificación del titular del proyecto, titular de predios y participantes del proyecto al igual que sus funciones y responsabilidades;
  - b. Se modifica el literal a) solicitando los propósitos y objetivos del proyecto;
  - c. Se incluye el literal j) que hace referencia al análisis de riesgo diferenciado del riesgo de no permanencia;
  - d. El literal que indica la evaluación de co-beneficios pasa del h) al m); y
  - e. Se modifica el literal l) para aclarar lo que debe contener el plan de implementación del proyecto o plan cronológico.
4. Se incluye el numeral 9 y la tabla 2 para mostrar los FSR pertinentes del proyecto que incluyen escenario de línea base y el seguimiento;
5. El título del numeral 10 se modifica para incluir la palabra "Sumideros";
6. En el primer párrafo del numeral 11, se incluye la Tabla 2 como parte del proceso de determinación del escenario de línea base;
7. El título del numeral 16 se modifica el nombre de Proceso de verificación a Sistema de gestión de los datos. En este numeral, se incluye el 16.3 para solicitar lo relacionado a funciones y responsabilidades en el monitoreo o seguimiento del proyecto de GEI y requisitos para la gestión documental;
8. Se incluye el numeral 18 Documentación del Proyecto de Mitigación, dando instrucciones al respecto;
9. Se cambia el título de Referencias por Personas que apoyaron el desarrollo de la metodología.

Cambios realizados para la versión 1.2 del 10/05/2022.

1. Cambio de numeración en la versión del documento. Pasa de 1.1 a 1.2.;
2. Se incluye contenido requerido en los documentos de planificación y seguimiento.