

DOCUMENTO METODOLÓGICO SECTOR AFOLU

BCR0007 Conservación y restauración de
humedales naturales continentales

BIOCARBON CERT[®]

VERSIÓN PARA CONSULTA PÚBLICA | 13 de marzo de 2024

Créditos

El presente documento metodológico fue desarrollado por el equipo técnico del proyecto CO₂ Humedales de la Fundación Natura, en el marco del convenio No. 3044288 firmado entre Ecopetrol y Fundación Natura.

El proyecto CO₂ Humedales tiene por objeto aunar esfuerzos para la conservación y restauración de ecosistemas tropicales de bosques a nivel nacional y de humedales naturales continentales del Magdalena medio y bajo, así como la formulación e implementación de acciones para la mitigación de las emisiones de GEI generadas por evitar la degradación de estos ecosistemas.

Documento Consulta Pública



BIOCARBON CERT®, FUNDACIÓN NATURA COLOMBIA Y ECOPETROL. 2024. DOCUMENTO METODOLÓGICO SECTOR AFOLU. BCR0007. Conservación y restauración de humedales naturales continentales. Versión para consulta pública. 13 de marzo de 2024. 60 p. Bogotá, Colombia. <http://www.biocarbonstandard.com>

© 2024 BIOCARBON CERT. Todos los derechos reservados. Este documento metodológico puede ser usado únicamente para proyectos que se certifiquen y registren con BIOCARBON CERT. Prohibida su reproducción total o parcial sin autorización expresa de BIOCARBON CERT.

Tabla de contenido

1.	Introducción	8
2.	Objetivos	9
3.	Versión y vigencia	9
4.	Alcance	9
5.	Condiciones de aplicabilidad	9
6.	Referencias normativas	10
7.	Términos y definiciones	11
8.	Límites del proyecto	16
8.1.	Límites espaciales	16
8.1.1.	Área elegible para la implementación de las actividades de restauración	16
8.1.2.	Límites espaciales asociados a la implementación de las actividades de conservación	17
8.2.	Reservorios de carbono y fuentes de GEI	18
8.2.1.	Reservorios de carbono	18
8.2.2.	Fuentes de GEI	20
8.3.	Límites temporales y periodos de análisis	21
9.	Identificación del escenario de línea base y adicionalidad	21
10.	Identificación de motores de transformación	22
11.	Actividades del proyecto	24
12.	Cuantificación de la remoción y reducción de emisiones de GEI	26
12.1.	Estimación del contenido de carbono en los reservorios	26
12.1.1.	Estratificación	26
12.1.2.	Tipo, tamaño, número y diseño de las parcelas de muestreo	28
12.1.3.	Cuantificación del contenido de carbono en los reservorios biomasa aérea, subterránea y hojarasca	31
12.1.4.	Cuantificación del contenido de carbono en el reservorio de carbono orgánico en el suelo	35

12.1.5.	Cuantificación del carbono total almacenado en los reservorios en el año t.....	39
12.2.	Cuantificación de la remoción de emisiones generadas por la implementación de las actividades de restauración	40
12.3.	Cuantificación de la reducción de emisiones generadas por la implementación de las actividades de conservación	49
12.3.1.	Cuantificación de emisiones en el escenario de línea base	50
12.3.2.	Cuantificación de emisiones en el escenario con proyecto	55
12.3.3.	Cuantificación de la reducción de emisiones generadas por la implementación de las actividades de conservación	57
12.4.	Estimación de los resultados de reducción y remoción de las actividades del proyecto	58
13.	Plan de monitoreo	58

Listado de tablas

Tabla 1.	Descripción de los reservorios de carbono.....	19
Tabla 2.	Selección de los reservorios de carbono	20
Tabla 3.	Fuentes de emisión y GEI en el escenario de línea base y en el escenario con proyecto seleccionados para los humedales.....	20
Tabla 4.	Criterios para calificación de motores de transformación a partir del concepto de los actores consultados y la información de literatura disponible.	22
Tabla 5.	Matriz de influencia directa (MID) para captación de datos de la calificación para los motores de transformación.....	23
Tabla 6.	Definición de variables para la determinación de biomasa en cobertura tipo bosque.....	31
Tabla 7.	Definición de variables para la determinación de biomasa en cobertura tipo no bosque.....	32
Tabla 8.	Ecuaciones alométricas para la estimación de biomasa área de árboles y palmas aplicables a la cobertura de bosque en áreas de humedal continental.....	33
Tabla 9.	Propuesta de homologación de suelos	36
Tabla 10:	Insumos para el análisis de cambios de uso de la tierra	51
Tabla 11:	Matriz de cambio de usos de la tierra	52

Listado de figuras

Figura 1. Interpretación del mapa de influencia y dependencia indirecta del análisis prospectivo dentro del MICMAC.	24
Figura 2. Zonificación de la vegetación en los humedales naturales continentales	27
Figura 3. Componentes de vegetación en los estratos para cuantificación de CO ₂ en humedales.....	28
Figura 4. Diseño de la parcela para la estimación de depósitos de carbono asociados la vegetación en humedales del medio y bajo Magdalena ¹¹	29

Listado de ecuaciones

Ecuación 1	30
Ecuación 2	33
Ecuación 3.....	34
Ecuación 4	34
Ecuación 5	34
Ecuación 6	35
Ecuación 7	37
Ecuación 8	37
Ecuación 9	38
Ecuación 10	38
Ecuación 11.....	38
Ecuación 12	39
Ecuación 13	40
Ecuación 14	41
Ecuación 15	41
Ecuación 16	43
Ecuación 17	43
Ecuación 18	44
Ecuación 19	45

Ecuación 20	46
Ecuación 21	46
Ecuación 22.....	47
Ecuación 23.....	49
Ecuación 24	49
Ecuación 25.....	50
Ecuación 26	50
Ecuación 27.....	53
Ecuación 28	54
Ecuación 29	54
Ecuación 30	55
Ecuación 31	56
Ecuación 32.....	56
Ecuación 33.....	57
Ecuación 34	58
Ecuación 35.....	58

1. Introducción

Los humedales naturales continentales son considerados ecosistemas estratégicos a nivel mundial por su importancia sobre la regulación climática. De acuerdo con la convención Ramsar, los humedales cubren solo el 9% de la superficie terrestre del planeta, pero se estima que almacenan el 35% del carbono terrestre¹, gracias a la alta productividad de las plantas y a la baja descomposición de la materia orgánica que ocurre en sus suelos inundados. Adicionalmente, los humedales son indispensables por los innumerables servicios ecosistémicos que brindan a la humanidad, que van desde el suministro de agua dulce, alimentos y materiales de construcción, y biodiversidad, hasta control de crecidas, recarga de aguas subterráneas y mitigación del cambio climático².

Sin embargo, la superficie y calidad de los humedales han venido disminuyendo en la mayoría de las regiones del mundo y actualmente están desapareciendo tres veces más rápido que los bosques³ como consecuencia, entre otros, de los efectos del cambio climático y de las variaciones en los patrones de consumo que impulsan cambios en el uso de la tierra, resultando en un acelerado cambio de uso de la tierra⁴. De acuerdo con lo anterior, el desarrollo e implementación de acciones encaminadas a la conservación y restauración de humedales naturales continentales, favorece la mitigación del cambio climático y la permanencia de la biodiversidad asociada a estos ecosistemas.

En consecuencia, en el marco de medidas de conservación y restauración de humedales naturales continentales, la presente metodología establece los lineamientos para el desarrollo de actividades relacionadas con el manejo de los recursos en estos ecosistemas estratégicos, para hacer frente a los desafíos del cambio climático y ofrecer a las comunidades locales fuentes sostenibles de ingresos.

Este documento provee a los titulares de proyectos de GEI, las buenas prácticas relacionadas con los procedimientos, modelos, parámetros y datos para cuantificar la reducción de emisiones y/o remociones de GEI, atribuibles a las actividades que evitan el cambio de uso de la tierra y/o mejoran las condiciones de los ecosistemas de humedales continentales. Igualmente, este documento brinda los lineamientos para la identificación del escenario de línea base, los límites del proyecto y las variaciones en los reservorios de carbono.

¹ <https://www.ramsar.org/es>

² Ramsar, 2015. Estado de los humedales del mundo y de los servicios que prestan a las personas: una recopilación de análisis recientes. Disponible en: <https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/bn7s.pdf>

³ Convention on Biological Diversity CBD, 2020. Statement by Elizabeth Maruma Mrema. Acting Executive Secretary, Convention on Biological Diversity on the occasion of. World Wetlands Day. Disponible en: <https://www.cbd.int/doc/speech/2020/sp-2020-01-31-wwd-en.pdf>

⁴ Ramsar, 2015. Estado de los humedales del mundo y de los servicios que prestan a las personas: una recopilación de análisis recientes. Disponible en: <https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/bn7s.pdf>

2. Objetivos

Los objetivos de este documento metodológico (en adelante denominado esta Metodología) son:

- (a) Proporcionar los requerimientos metodológicos necesarios para la identificación de la línea base—de proyectos de conservación y restauración en humedales naturales continentales;
- (b) Brindar los requisitos para la cuantificación de la reducción de emisiones de GEI resultantes de las actividades de conservación en humedales naturales continentales;
- (c) Brindar los requisitos para la cuantificación de la remoción de emisiones de GEI resultantes de las actividades de restauración en humedales naturales continentales;

3. Versión y vigencia

Este documento constituye el documento para consulta pública. 13 de marzo de 2024.

La presente versión podrá ser actualizada periódicamente y los usuarios previstos deberán asegurarse de emplear la versión más reciente del documento.

4. Alcance

Este documento provee una metodología para el establecimiento de la línea base, cuantificación de reducciones de emisiones y/o remociones de GEI, monitoreo y manejo de fugas de proyectos de conservación y restauración de humedales naturales continentales, contribuyendo a la mitigación del cambio climático.

Esta metodología es aplicable únicamente para los proyectos de mitigación de GEI que generan reducciones de emisiones y/o remociones de GEI, mediante actividades de conservación y restauración en humedales naturales continentales.

Esta metodología debe ser empleada por los titulares de los proyectos de GEI, únicamente para certificarse y registrarse con el ESTÁNDAR BCR.

5. Condiciones de aplicabilidad

Esta Metodología es aplicable bajo las siguientes condiciones:

- (a) Las áreas en los límites geográficos del proyecto corresponden a la categoría de humedales continentales que no se encuentren en la región de la Orinoquia⁵.
- (b) Las actividades del proyecto comprenden acciones para evitar la transformación de humedales naturales continentales, con cobertura vegetal natural.
- (c) Las actividades de proyecto pueden incluir acciones de restauración natural asistida en áreas que han sido transformadas.
- (d) Las actividades del proyecto no pueden generar un cambio en el tipo de ecosistema y sus coberturas naturales (e.g. transformar áreas en las que naturalmente predominan herbáceas en coberturas forestales).
- (e) Las actividades del proyecto no conducen a la alteración del régimen hídrico del área del proyecto o de áreas hidrológicamente conectadas debido a intervenciones antrópicas (e.g. sistemas de riego y/o drenaje);
- (f) La alteración del suelo atribuible a las actividades del proyecto no abarca más del 10% de la superficie del área en los límites del proyecto;
- (g) Esta metodología no es aplicable a zonas húmedas costero-marinas y de alta montaña, ni a territorios artificializados.

6. Referencias normativas

Las siguientes referencias son indispensables para la aplicación de esta Metodología:

- (a) El Estándar BCR, en su versión más reciente;
- (b) Directrices del IPCC 2003, 2006, 2013 y 2019 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Volumen 4. Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra, o aquellas que las modifiquen o actualicen;
- (c) La legislación nacional vigente, relacionada con proyectos de GEI, o aquellas normas que las modifiquen o actualicen, según aplique;
- (d) Las directrices, otras orientaciones y/o guías que defina BIOCARBON, en el ámbito de los proyectos en el sector AFOLU.

Del mismo modo, es indispensable el cumplimiento de lo dispuesto en las siguientes Normas ISO:

- a) Norma ISO 14064-2:2019(es). Gases de efecto invernadero — Especificación con orientación, a nivel de proyecto, para la cuantificación, el seguimiento y el informe de la

⁵ El término Orinoquia contempla toda la región de la Orinoquia (presente en Colombia y Venezuela). Los proyectos ubicados en la Orinoquia deben utilizar la metodología BCR004.

reducción de emisiones o el aumento en las remociones de gases de efecto invernadero, o aquella que la actualice;

b) Norma ISO 14064-3:2019(es). Gases de efecto invernadero — Parte 3: Especificación con orientación para la validación y verificación de declaraciones sobre gases de efecto invernadero, o aquella que la actualice.

7. Términos y definiciones

Adicionalidad

Es el efecto de la actividad de proyecto para reducir las emisiones antropogénicas de GEI por debajo del nivel que habría ocurrido en ausencia del proyecto de GEI o de la actividad de proyecto⁶.

Aquellas reducciones de GEI que el titular del proyecto demuestre que no ocurrirían en ausencia del proyecto de GEI se consideran adicionales, como se describe en la sección 9 de este documento.

Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU)

Sector que comprende las emisiones y/o remociones de gases efecto invernadero atribuibles a actividades de proyecto en los sectores agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra.

Área Natural

Zona que se caracteriza por conservar sus funciones ecológicas y no ha sido transformada por el hombre.

Área transformada

Zona que ha sufrido cambios en sus condiciones físico boticas.

Bosque Natural

Superficie mínima de tierras de entre 0,05 y 1,0 hectáreas (ha) con una cubierta de copas (o una densidad de población equivalente) que excede el 30% y con árboles que pueden alcanzar una altura mínima de 5 metros (m). Un bosque puede consistir en formaciones forestales densas, donde los árboles de diversas alturas y el sotobosque cubren una proporción considerable del terreno, o bien en una masa boscosa clara. Se consideran bosques también las masas forestales naturales y todas las plantaciones jóvenes que aún no han alcanzado una

⁶ Adaptado del Glosario del MDL

densidad de copas del 30% o una altura de los árboles de entre 2 y 5 m, así como las superficies que normalmente forman parte de la zona boscosa, pero carecen temporalmente de población forestal como consecuencia de la intervención humana, por ejemplo, de la explotación, o de causas naturales, pero que se espera vuelvan a convertirse en bosque.⁷

Cambio de uso de la tierra

Los cambios de uso de la tierra que constituyen pérdida de cobertura natural. Es decir, cambios generados por actividades antrópicas, que resultan en la conversión de bosques o coberturas vegetales naturales a otros usos de la tierra. Cuando el cambio de uso de la tierra es de cobertura de bosque a otro tipo de cobertura, se denomina deforestación.⁸

Conservación de ecosistemas de humedales

Actividades que se desarrollen con el fin de preservar/conservar los contenidos de carbono disponibles en áreas naturales de humedal.

Datos de actividad

Datos sobre la magnitud de las actividades humanas que dan lugar a las emisiones o remociones que se producen durante un período de tiempo determinado.

Ecosistema

Complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos en su medio no viviente que interactúan como una unidad funcional materializada en un territorio, la cual se caracteriza por presentar una homogeneidad en sus condiciones biofísicas y antrópicas⁹.

Escenario de línea base

El escenario para el proyecto de GEI que representa razonablemente la suma de los cambios en las reservas de carbono dentro del límite del proyecto, que ocurrirían en ausencia del proyecto de GEI¹⁰.

Fecha de inicio del proyecto

Fecha en la cual comienzan las actividades que se traducirán en reducciones de emisiones o remociones efectivas de GEI. Para los proyectos de GEI que apliquen esta metodología, la

⁷ Adaptado de UNFCCC. Acuerdo de Marruecos. Disponible en <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/docs/spanish/cop7/cp713a01s.pdf>. El titular del proyecto debe usar la definición que aplique en su país.

⁸ BCR0003 Cuantificación de la Reducción de Emisiones de GEI. Actividades que evitan el cambio de uso de la tierra y mejoran las prácticas de manejo de turberas y otros humedales, en ecosistemas de alta montaña. Versión 3.0.

⁹ De acuerdo con la definición contenida en el Convenio de Diversidad Biológica (1992). Disponible en: <https://www.cbd.int/>

¹⁰ Adaptado de Glossary CDM terms. Version 10.0

fecha de inicio corresponde a la fecha en la cual comienza la implementación de las actividades del proyecto. Éstas pueden ser, por ejemplo, la siembra de especies nativas en áreas transformadas y/o el inicio de las acciones de manejo que disminuyen la presión por la transformación de las áreas de humedal con cobertura vegetal natural que se encuentra en los límites del proyecto.

Factor de emisión de GEI

Coficiente que relaciona los datos de la actividad de GEI con la emisión de GEI.

Fracción de carbono

Toneladas de carbono por tonelada de biomasa seca. De acuerdo con IPCC (2006) la fracción de carbono es de 0,47.

Fugas

Las posibles emisiones que ocurrirían fuera de los límites del proyecto, por las actividades de mitigación de GEI. Por fuga se entiende el cambio neto de las emisiones antropógenas por las fuentes de gases de efecto invernadero (GEI) que se produce fuera de los límites del proyecto, y que es mensurable y atribuible a la actividad de proyecto.

Humedal

Según el Convenio Ramsar protección de humedales (Artículo 1) "son humedales las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros" (Ramsar, 1971)¹¹.

Humedal Natural Continental

Ecosistemas inundados permanente o temporalmente, propios de llanura de inundación, sujetos al comportamiento hidro-climático de la cuenca, que se constituyen desde las zonas con suelos saturados (hasta donde los suelos presentan evidencia de procesos de óxido-reducción: condiciones redoximórficas) y vegetación hidrofítica (adaptada para soportar periodos de inundación), hasta áreas con espejos de agua visibles y profundos, en los que se encuentran organismos (microbiota, fauna y flora) con adaptaciones particulares a condiciones de humedad y que ofrecen servicios ecosistémicos y de uso que benefician a la

¹¹ https:// Ramsar.org/documents?field_quick_search=2550

comunidad local y regional¹².

Motores de transformación

Cualquier acción natural o hecha por el hombre que genere cambios en los ecosistemas¹³. Pueden ser directos, cuando hay una fuerte influencia en el funcionamiento del ecosistema (variabilidad climática, cambios en el paisaje, inyección de nutrientes al suelo con fines agrícolas, explotación y uso de recursos e invasiones biológicas) o indirectos cuando su efecto no es claramente visible (crecimiento demográfico, tendencias sociopolíticas o económicas, avances científicos para mejorar la producción de biomasa y comportamiento humano)¹⁴.

Permanencia

Es la condición resultante de las actividades del proyecto, por la cual el sistema establecido dentro de los límites del proyecto se extiende de manera continua, garantizando que a lo largo del tiempo se mantiene la función de conservar las reservas de carbono.

Proyecto de GEI (Proyecto de gases de efecto invernadero)

Actividad o actividades que alteran las condiciones de una línea base de GEI y causan la reducción de las emisiones de GEI o el aumento de las remociones de GEI¹⁵.

Reservorio de gas de efecto invernadero (reservorio de GEI)

Componente, distinto a la atmósfera, que tiene la capacidad de acumular los GEI y de almacenarlos y liberarlos¹⁸.

Nota 1 a la entrada: La masa total del carbono contenido en un reservorio de GEI en un punto específico en el tiempo se puede referir como depósito de carbono del reservorio.

Nota 2 a la entrada: Un reservorio de GEI puede transferir GEI a otro reservorio de GEI.

Nota 3 a la entrada: La recolección de un GEI de una fuente de GEI antes de que entre en la atmósfera y el almacenamiento del GEI recolectado en un reservorio de GEI se podría denominar como captura de GEI y almacenamiento de GEI.

¹² Definido en: Protocolo para la estimación de contenidos de carbono en humedales del Magdalena medio y bajo. Versión 1. (Fundación Natura y Ecopetrol, 2023.). Disponible en: https://natura.org.co/wp-content/uploads/2024/02/V1_Documento-metodologico-Protocolo-Carbono-Humedales-08-02-24.pdf

¹³ Carpenter, S., Bennett, E., and Peterson, G. (2006). Scenarios for ecosystem services: An overview. Ecol. Soc. 11, art29. doi:10.5751/es-01610-110129

¹⁴ Nelson, G. C., Bennett, E., Berhe, A. A., Cassman, K., DeFries, R., Dietz, T. (2006). Anthropogenic drivers of ecosystem change: An overview. Ecol. Soc. 11 (2), 29. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss2/art29/>.

¹⁵ ISO 14064-3:2019(es), 3.4.1.

Restauración

La restauración comprende actividades intencionadas que inician o aceleran la recuperación de la funcionalidad ecológica o restablecimiento de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido¹⁶. La restauración incluye intervenciones como: (a) restauración ecológica, (b) rehabilitación ecológica y, (c) recuperación ecológica.

La restauración ecológica consiste en restablecer el ecosistema degradado a una condición similar al ecosistema pre-disturbio respecto a su composición, estructura y funcionamiento. Además, el ecosistema resultante debe ser un sistema autosostenible y debe garantizar la conservación de especies, del ecosistema general, así como de la mayoría de sus bienes y servicios.

La rehabilitación ecológica persigue llevar al sistema degradado a un sistema similar o no al sistema pre-disturbio, éste debe ser autosostenible, preservar algunas especies y prestar algunos servicios ecosistémicos.

La recuperación ecológica pretende recuperar algunos servicios ecosistémicos de interés social. Generalmente los ecosistemas resultantes no son autosostenibles y no se parecen al sistema pre-disturbio.

En la presente metodología se presentan los lineamientos para la cuantificación de remoción de emisiones por la revegetalización¹⁷ de los humedales naturales continentales.

Suelo

Suelo, es un cuerpo natural constituido por materiales sólidos (minerales y materia orgánica), líquidos, y gaseosos donde habitan macro y microorganismos que desempeñan procesos permanentes de tipo biótico y abiótico; cumple funciones y presta servicios ecosistémicos vitales para la sociedad y el planeta¹⁸.

¹⁶ Adaptado de SER primer, 2004, UNEP, 2019, IPBES, 2018:

-Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group. 2004. The SER International Primer on ecological Restoration. www.ser.org & Tucson: Society for Ecological Restoration International.

- UNEP, 2019. Nueva Década de la ONU para la Restauración de los Ecosistemas, una gran oportunidad para la seguridad alimentaria y la acción climática.

- IPBES, 2018. The IPBES assessment report on land degradation and restoration. Montanarella, L., Scholes, R., and Brainich, A. (eds). Secretariat of the Intergovernmental Science-policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany. 744 pages.

¹⁷ Restablecimiento de la cobertura vegetal en la cual se emplean diversos biotipos, desde herbáceos y arbustivos hasta trepadores y árboles. Tomado de:

<https://bibliovirtual.minambiente.gov.co/documentos/tesauro/R/REVEGETALIZACI%D3N.htm>

¹⁸ USDA. (2006). Claves para la Taxonomía de Suelos. 10a ed. Washington D.C.: Soil Survey Staff. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Servicio de Conservación de Recursos Naturales.

Los suelos cubren la mayor parte de la superficie terrestre; son indispensables y determinantes para la estructura y el funcionamiento de los ciclos del agua, del aire y de los nutrientes, son parte esencial de los ciclos biogeoquímicos, en los cuales hay distribución, transporte, almacenamiento y transformación de materiales y energía necesarios para la vida en el planeta, así como para la biodiversidad. Su formación puede tardar miles de años como resultado de la meteorización e intemperismo físico, químico y biológico asociados con la interacción entre el clima, la geomorfología, el material geológico que los originan y los organismos que viven en ellos. Los suelos son sistemas donde suceden diferentes tipos de procesos, como ganancias, pérdidas, movimientos y transformaciones que van dejando su huella en forma de horizontes¹⁹.

8. Límites del proyecto

8.1. Límites espaciales

El titular del proyecto de GEI debe demostrar que las áreas en los límites geográficos del proyecto corresponden a humedales naturales continentales. En caso de no contar con un límite establecido y declarado oficialmente, el titular del proyecto podrá delimitar el área del humedal a partir de lineamientos existentes y revisados por pares²⁰.

8.1.1. Área elegible para la implementación de las actividades de restauración

El titular del proyecto debe definir el área elegible para la implementación de las actividades de restauración, de acuerdo con los siguientes lineamientos:

- (a) Demostrar que el área corresponde a coberturas transformadas;
- (b) Demostrar que las áreas en los límites geográficos del proyecto no corresponden a la categoría de cobertura natural, ni al inicio de las actividades del proyecto, ni cinco años antes de la fecha de inicio del proyecto;
- (c) Demostrar que las actividades de preparación del terreno no incluyen la remoción de las áreas de coberturas naturales.

Los insumos cartográficos para la identificación de las coberturas/ usos de la tierra y el proceso metodológico para la generación de la información sobre los cambios en el uso de la tierra

¹⁹ IDEAM, U.D.C.A., 2015. Protocolo para la identificación y evaluación de la degradación de suelos por erosión. IDEAM - MADS -U.D.C.A Bogotá D.C., Colombia., 170 págs. Versión 2. Publicación aprobada por el IDEAM, diciembre de 2015, Bogotá D.C., Colombia

²⁰ Para el caso de Colombia se sugiere el uso del Protocolo para la estimación de contenidos de carbono en humedales del Magdalena medio y bajo. Disponible en https://natura.org.co/wp-content/uploads/2024/02/V1_Documento-metodologico-Protocolo-Carbono-Humedales-08-02-24.pdf

Fundación Natura y Ecopetrol. 2023. Protocolo para la estimación de contenidos de carbono en humedales del Magdalena medio y bajo. Versión 1. Bogotá, Colombia. Disponible en: https://natura.org.co/wp-content/uploads/2024/02/V1_Documento-metodologico-Protocolo-Carbono-Humedales-08-02-24.pdf

deben basarse en información confiable²¹, con base en categorías de uso definidas, por ejemplo, por el IPCC para los inventarios nacionales de Gases de Efecto Invernadero -GEI. Éstas, a su vez, deben ser consistentes con las categorías de uso de la tierra aplicables en el país donde se ejecute el proyecto de GEI propuesto. Para la identificación de las coberturas vegetales naturales diferentes a bosque, el titular del proyecto de GEI debe utilizar las categorías definidas por la metodología CORINE Land Cover, o aquella aplicable en el país en el cual se desarrolla el proyecto.

8.1.2. Límites espaciales asociados a la implementación de las actividades de conservación

Área elegible

Corresponde a las áreas de coberturas naturales²² dentro de los límites geográficos del proyecto. Para su identificación, el titular del proyecto debe:

- (a) Realizar un análisis multitemporal entre la fecha de inicio del proyecto ($t=0$) y cinco años atrás de esta.
- (b) Serán elegibles solo las áreas que en el periodo de análisis se mantengan con la cobertura natural.
- (c) Las coberturas de la tierra deben identificarse de acuerdo con las clasificaciones de uso y/o cobertura de la tierra dadas por el IPCC o las que apliquen para el país en el cual se proponen las actividades del proyecto.

Área de fugas

Área fuera del control del titular del proyecto de GEI con coberturas naturales a las que se pueden desplazar las actividades que generan cambios en el uso de la tierra como consecuencia de las actividades del proyecto. Para su definición, el titular del proyecto debe

²¹ El proyecto debe contar con datos geográficos e información cartográfica adecuada para evaluar la cobertura y uso de la tierra durante el periodo de referencia histórico.

Los datos geográficos deben manejarse siguiendo los estándares internacionales promovidos por organizaciones tales como la ISO, el OGC o la American Society for Photogrammetry and Remote Sensing.

El titular del proyecto debe contar con datos e información geográfica con una escala mínima de 1:25.000.

La precisión de la capa de cobertura debe ser igual o mayor al 80%. Se deben utilizar datos de campo o imágenes de alta resolución en la evaluación de precisión. En caso de no poder cumplir con el valor de precisión mínimo de 80%, el titular del proyecto debe presentar una justificación que será evaluada por el Organismo de Evaluación de la Conformidad (OEC) como una desviación metodológica.

²² Aplican los lineamientos descritos en la sección 7.1.1.

realizar un análisis de movilidad de agentes y determinantes de los cambios en el uso de la tierra²³.

Área de referencia

Corresponde al límite espacial en el que se realiza la estimación de los cambios en el uso de la tierra y los cambios en las existencias de carbono en ausencia del proyecto.

El titular del proyecto debe definir el área de referencia considerando los siguientes lineamientos:

- Demostrar que los determinantes de los cambios en el uso de la tierra (motores de transformación) son similares a los presentados en el área del proyecto;
- Demostrar que las condiciones ambientales (tipo de ecosistema, coberturas, altitud, precipitación, pendiente, suelos) son similares a las presentadas en el área del proyecto;
- Demostrar que la tenencia de la tierra es igual a la presentada en el área del proyecto. En el caso de incluir áreas con diferentes figuras de tenencia, el titular del proyecto debe demostrar que históricamente la transformación de las coberturas no ha sido impactada por el tipo de tenencia;
- Demostrar que las condiciones culturales y socioeconómicas (legislación aplicable, sistema de gobernanza, uso de la tierra) son similares a las presentadas en el área del proyecto.

8.2. Reservorios de carbono y fuentes de GEI

8.2.1. Reservorios de carbono

El Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) prevé la estimación de cambios en las reservas de carbono en los siguientes reservorios: biomasa aérea, biomasa subterránea, madera muerta, hojarasca y carbono orgánico del suelo.

Los titulares de los proyectos de GEI pueden elegir no tener en cuenta uno o más reservorios de carbono opcionales, siempre y cuando proporcionen información transparente y verificable y demuestren que tal elección no conducirá a una sobre o subestimación en la reducción de emisiones de GEI cuantificadas por el proyecto.

²³ La distancia de movilidad de los agentes se puede determinar a partir de estudios secundarios o del levantamiento de información primaria (evaluación rural participativa). Los métodos y resultados del análisis de movilidad deben ser documentados.

La selección de los reservorios de carbono, para cuantificar los cambios en la captura de carbono en los límites del proyecto se muestran en la Tabla 1

Tabla 1. Descripción de los reservorios de carbono

Depósito de carbono	Descripción
Biomasa aérea	Toda la biomasa viva que se encuentra sobre el suelo, con inclusión de tallos, tocones, ramas, corteza, semillas y follaje.
Biomasa aérea acuática	Biomasa presente en la zona litoral de los ecosistemas acuáticos proveniente de la vegetación acuática y diferenciada según su forma de vida. Se recomienda tener presente la morfoespecie dominante para el cálculo de la biomasa.
Biomasa subterránea	Toda la biomasa viva de raíces. Se excluyen raíces finas de menos de 2mm de diámetro, porque con frecuencia no se pueden distinguir empíricamente de la materia orgánica del suelo.
Madera muerta	Comprenden la madera no viva sobre el suelo, ya sea en pie o caída, incluyendo raíces muertas y tocones de 10 cm de diámetro o más.
Hojarasca	Comprende toda la masa no viva sobre el suelo (hojas, ramas y cáscaras de frutos) en varios estados de descomposición. Incluye las capas de detritos, fúmica y húmica. Se puede establecer previamente un diámetro mínimo para diferenciar de los detritos e.g, <10cm). Las raíces finas vivas (de tamaño inferior al límite de diámetro sugeridos para la biomasa baja del suelo) se incluyen en el mantillo cuando no se pueden distinguir empíricamente de él.
Carbono orgánico del suelo	Comprende el carbono orgánico en los suelos minerales y orgánicos a una profundidad específica seleccionada por el titular del proyecto.

La selección de los reservorios de carbono, para cuantificar los cambios en la reducción y/o remoción de carbono en los límites del proyecto se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Selección de los reservorios de carbono

Depósito de carbono	Obligatorio (Sí/No/Opcional)	Justificación
Biomasa aérea	Sí	El cambio en el contenido de carbono en este reservorio es significativo, de acuerdo con el IPCC.
Biomasa aérea acuática	Opcional	Se espera que debido a las actividades de restauración del proyecto las reservas de carbono en este depósito aumenten.
Biomasa subterránea	Sí	El cambio en el contenido de carbono en este reservorio es significativo de acuerdo con el IPCC.
Madera muerta y hojarasca	Opcional	La cantidad de carbono almacenado en este reservorio puede aumentar debido a las actividades del proyecto.
Carbono orgánico del suelo	Sí	El cambio en el contenido de carbono en este reservorio es significativo de acuerdo con el IPCC, 2006.

8.2.2. Fuentes de GEI

Las fuentes de emisión y los GEI asociados, se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Fuentes de emisión y GEI en el escenario de línea base y en el escenario con proyecto seleccionados para los humedales.

Actividades antrópicas				
Fuente	GEI		Selección	Justificación
Combustión de biomasa leñosa	CO ₂	Dióxido de carbono	No	Las emisiones de CO ₂ debidas a la combustión de biomasa leñosa no son cuantificados como cambios en las reservas de carbono de acuerdo con el IPCC.
	CH ₄	Metano	Sí	Debe ser incluida si fue identificada la presencia de incendios/quemas durante el periodo de monitoreo (e.g. combustión de biomasa leñosa debida a la preparación del sitio como parte de la preparación de la tierra).

	N ₂ O	Óxido nitroso	Si	Debe ser incluida si fue identificada la presencia de incendios/quemas durante el periodo de monitoreo (e.g. combustión de biomasa leñosa debida a la preparación del sitio como parte de la preparación de la tierra
Alteración del régimen hídrico	CO ₂	Dióxido de carbono	Si	Deben ser incluidas si se observan cambios en el uso de la tierra en los límites del proyecto.
	CH ₄	Metano	Opcional	Se sugiere su inclusión si se identifica que las actividades de transformación del humedal en el escenario con proyecto generan un aumento en la emisión de metano.

8.3. Límites temporales y periodos de análisis

Los límites temporales del proyecto corresponden a los periodos durante los cuales se llevan a cabo las actividades del proyecto y son cuantificadas las reducciones y remociones de emisiones de GEI.

Los límites temporales del proyecto deben definirse considerando lo siguiente:

- (d) La fecha de inicio del proyecto;
- (e) El periodo de cuantificación de las reducciones/remociones; y
- (f) Los periodos de monitoreo.

La reducción de emisiones del proyecto se contabiliza durante el periodo de cuantificación del mismo. Es decir, el periodo durante el cual el titular del proyecto cuantifica las reducciones/remociones de GEI, medidas con respecto a la línea base, a fines de solicitar la emisión de los Créditos de Carbono Verificados (CCV).

El periodo de análisis para el área del proyecto, durante la verificación, corresponde al periodo de monitoreo.

9. Identificación del escenario de línea base y adicionalidad

Para demostrar que las actividades del proyecto generan Créditos de Carbono Verificados (CCV) que representan reducciones o remociones de emisiones de GEI adicionales, el Titular del Proyecto debe seguir las orientaciones contenidas en la Guía BCR "Baseline and

additionality²⁴. La guía contiene las disposiciones relativas a la adicionalidad y la línea de base para los proyectos bajo el Estándar BCR.²⁵

Por otra parte, los titulares de los proyectos de GEI deben demostrar que las reducciones de emisiones (o remociones) no corresponden a reducciones de emisiones atribuibles a la implementación de acciones exigidas por ley.

10. Identificación de motores de transformación

Para la identificación de motores de transformación se propone realizar un análisis prospectivo, que es un método que incluye la acción, la apropiación y la anticipación como bases para establecer puntos de partida a futuro²⁶. Se basa en jerarquías de influencia y dependencia “de” y “sobre” cada una de las variables, evitando el sesgo entre los componentes identificados²⁷.

La identificación de los motores de transformación se realiza en dos pasos:

1. Revisión de literatura del área de proyecto;
2. Realización de espacios concertados con actores locales, incluyendo participantes que representen a la sociedad civil, los gremios o sectores productivos, las organizaciones locales y el sector público.

Para definir la influencia y dependencia de los motores de transformación en el área del proyecto se sugiere el uso del Software MICMAC²⁸. En el MICMAC se agregan cada uno de los motores identificados (incluyendo una sigla y su definición conceptual), para su posterior calificación.

Tabla 4. Criterios para calificación de motores de transformación a partir del concepto de los actores consultados y la información de literatura disponible.

Puntaje	Influencia
o	Nula

²⁴ Para acceder al documento completo de la Herramienta Línea base y Adicionalidad debe visitar la página del BCR: <https://biocarbonregistry.com/tools/additionality.pdf>

²⁵ La Guía BCR de línea base y adicionalidad es una orientación obligatoria que comprende los requisitos establecidos para garantizar una estimación realista y conservadora de la línea base de las emisiones; además, proporciona los requisitos para garantizar que las actividades son adicionales en todos los sectores elegibles.

²⁶ Martín, J.A. (1995). Prospectiva tecnológica: Una introducción a su metodología y a su aplicación en distintos países. Madrid: Fundación Cotec para la Innovación Tecnológica. 55 p.

²⁷ Senhadji-Navarro, K., Ruiz-Ochoa, M. A., & Rodríguez Miranda, J. P. (2017). Estado ecológico de algunos humedales colombianos en los últimos 15 años: una evaluación prospectiva. Colombia forestal, 20(2), 191-200

²⁸ Software de libre acceso. Se sugiere el uso de la versión 6.1.2 2003/2004.

1	Baja
2	Moderada
3	Alta

A partir de los criterios valorados y de la escala descrita en la Tabla 4, se ubican los valores dentro de la Matriz de influencia directa (MID), considerando la influencia del motor A sobre los demás (dependencia), y la dependencia del motor A ejercida hacia los demás (influencia), descrita en la Tabla 5.

Tabla 5. Matriz de influencia directa (MID) para captación de datos de la calificación para los motores de transformación.

Sobre 

De 	Dependencia					
	Motor	M1	M2	M3	M4	Mn
	M1					
	M2					
	M3					
	M4					
	Mn					

El resultado del análisis será una salida gráfica a manera de plano cartesiano donde a partir de la ubicación espacial de los diferentes motores, se podrá identificar la categorización y, por tanto, los criterios de priorización que podrán tomar las acciones a futuro.

Aquellos motores de influencia y dependencia baja serán considerados como autónomos, aquellos de baja influencia y mucha dependencia serán el resultado de algunas acciones, los motores determinantes serán aquellos que tengan mucha influencia y baja dependencia, mientras que, los motores clave (aquellos en donde se podrán concentrar los esfuerzos) tendrán mucha influencia y dependencia, tal y como se ve en la Figura 1.

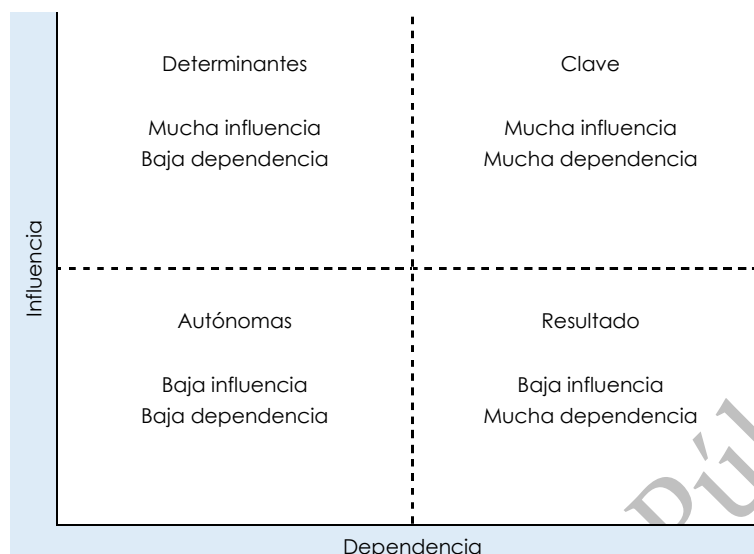


Figura 1. Interpretación del mapa de influencia y dependencia indirecta del análisis prospectivo dentro del MICMAC.

Para la interpretación de los resultados, considere tanto el mapa de influencia indirecta (para la priorización) como la gráfica de influencias indirectas (para la determinación de las interacciones), ya que estos son el producto del análisis directo establecido por medio de la calificación de los actores participantes²⁹. Utilice los resultados de estos análisis como una herramienta para definir las actividades del proyecto que pueden disminuir la presión de transformación de las coberturas naturales.

11. Actividades del proyecto

Las actividades de conservación y restauración deben diseñarse a partir de la evaluación de las condiciones ambientales y sociales en el área del proyecto. El diseño de cada actividad del proyecto debe incluir como mínimo, lo siguiente:

- (a) ID de la actividad;
- (b) Relación actividad con la reducción y/o remoción de emisiones de GEI;

²⁹ Para mayor información en el método de identificación de motores de transformación, consultar el Protocolo de Monitoreo y Seguimiento del Estado de los Ecosistemas Acuáticos de Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - Ideam. (2023). Protocolo de Monitoreo y Seguimiento del Estado de los Ecosistemas Acuáticos de Colombia (Promsea) - Fenómenos de transformación: carga contaminante, fragmentación y cambio climático (inédito). Ideam.

- (c) Mecanismo de consulta para la definición de las actividades del proyecto y aspectos de la construcción participativa (si aplica);
- (d) Responsabilidad y rol de los actores que participan en la implementación de la actividad;
- (e) Cronograma de implementación;
- (f) Indicadores para reportar los avances de la actividad: nombre, tipo³⁰, meta³¹, unidad de medida y responsable de la medición.

Las actividades del proyecto deben estar encaminadas a fomentar la conectividad y rehabilitación de los ecosistemas acuáticos y terrestres, para contribuir con la conservación de especies y modos de vida de los pobladores locales. A continuación, se listan algunas de las actividades que pueden ser implementadas por el titular del proyecto de acuerdo con el objetivo de mitigación de GEI:

Actividades para la reducción de emisiones generadas al evitar la transformación de áreas de humedal que cuentan con cobertura vegetal natural (actividades de conservación):

- Establecimiento de árboles frutales de ciclo largo o perennes (p. ej. mango, cítricos, guanábana, níspero, guayaba, tamarindo);
- Establecer parcelas arbóreas dendroenergéticas destinadas al uso de madera para postería, leña o infraestructura con el fin de reducir las presiones sobre las especies nativas;
- Establecimiento de bancos mixtos de forrajes destinados a la producción de alimento para las diferentes especies pecuarias de los predios, con el fin de reducir la ampliación de frontera agrícola;
- Uso de energías alternativas (eólica, fotovoltaica, biogás) para reducir las presiones sobre las coberturas arbóreas;
- Aprovechamiento de los residuos pecuarios (heces, orina, restos de alimento, camas de animales) para compostarlos y utilizarlos en el mejoramiento de los suelos del predio;
- Establecimiento de infraestructura destinada al manejo pecuario y nutricional en confinamiento temporal (manejo en semi estabulación por horas/día) con el fin de reducir la compactación de suelos en áreas naturales y de potreros;
- Producción piscícola en estanques;

³⁰ Resultado, producto o impacto.

³¹ Valor esperado y tiempo para su cumplimiento.

- Acompañamiento técnico agronómico y veterinario.

Actividades para la remoción de emisiones generadas por las acciones de revegetalización de áreas de humedal que han sido transformadas (actividades de restauración):

- Restauración de áreas degradadas con coberturas arbóreas priorizando las especies nativas;
- Establecimiento de cercas vivas con especies arbóreas y/o árboles aislados en potreros manteniéndolos de forma permanente;
- Recuperar las rondas hídricas de las microcuencas y/o nacimientos con coberturas vegetales (arbóreas y/o gramíneas) para la prevención de la erosión de suelos y sedimentación de fuentes hídricas.

12. Cuantificación de la remoción y reducción de emisiones de GEI

12.1. Estimación del contenido de carbono en los reservorios

12.1.1. Estratificación

Por lo general en los humedales naturales continentales la zonificación de la vegetación no es homogénea, sino que se presenta una transición que va desde el espejo del agua hasta la zona de plano de inundación (Figura 2). Por esta razón es necesario llevar a cabo un proceso de estratificación, con el propósito de mejorar la precisión con respecto a las estimaciones de biomasa en el proyecto.

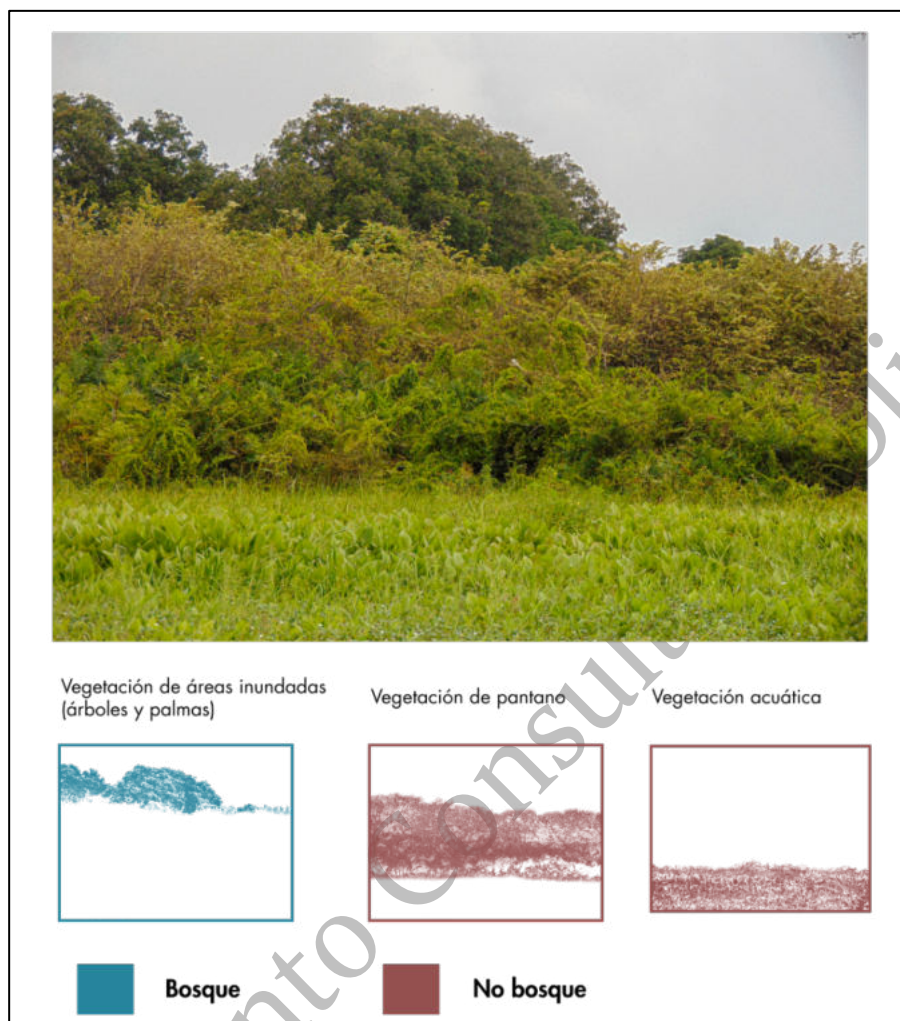


Figura 2. Zonificación de la vegetación en los humedales naturales continentales³²

El titular del proyecto debe definir diferentes estratos para el escenario de línea base y para el cálculo de los resultados de mitigación. De este modo se optimiza la precisión en la estimación de las reducciones de emisiones o remociones de GEI. En particular:

- (a) Para el escenario de línea base, usualmente es suficiente estratificar el área del proyecto de acuerdo con las categorías de uso de la tierra o coberturas,

³² Fundación Natura y Ecopetrol. 2023. Protocolo para la estimación de contenidos de carbono en humedales del Magdalena medio y bajo. Versión 1. Bogotá, Colombia. Disponible en: https://natura.org.co/wp-content/uploads/2024/02/V1_Documento-metodologico-Protocolo-Carbono-Humedales-08-02-24.pdf

- (b) Para el escenario con proyecto, la estratificación puede basarse en los planes de conservación y restauración del humedal.

Para las áreas del proyecto que se encuentran con cobertura natural, se sugiere la siguiente estratificación:

Cobertura tipo no bosque: (Rial, 2003) vegetación acuática flotante y enraizada emergente que se encuentre sobre el espejo de agua y la vegetación de pantano que puede incluir elementos herbáceos y arbustivos. A continuación, se enumeran sus características:

- Vegetación acuática (macrófitas asociadas a humedales de agua dulce).
- Vegetación herbácea (dominada por plantas con altura entre 0.3 y 1.5m) y vegetación a nivel del suelo dominada por plantas herbáceas con altura menor a 30cm.
- Vegetación de tipo arbustiva (plantas con altura entre 1.5 y 5m).

Cobertura tipo bosque: vegetación de tipo leñosa definida por unidades de vegetación dominadas por plantas con una altura >5 m, caracterizadas por tener tallo o eje principal, en donde se incluyen elementos como árboles y palmas.

En la Figura 3 se presentan los componentes de vegetación asociados a cada tipo de cobertura.



Figura 3. Componentes de vegetación en los estratos para cuantificación de CO₂ en humedales

12.1.2. Tipo, tamaño, número y diseño de las parcelas de muestreo

Se requiere el establecimiento de parcelas semipermanente de muestreo, cuya cantidad depende del número de estratos presentes en los límites del proyecto. Dichas parcelas

permiten medir y monitorear los cambios en la biomasa y deben estar debidamente numeradas, georreferenciadas y ubicadas dentro de un mapa de áreas establecidas en los límites del proyecto.

Tamaño de las parcelas o unidades de muestreo

Se recomienda establecer un tamaño de parcela acorde con las condiciones de la cobertura vegetal en los sitios a muestrear.

Parcelas rectangulares de 50 m x 10 m para un área total de 500 m², diseño anidado. En la parcela grande se monitorean los elementos arbóreos; al interior de esta se definen dos subparcelas de 25 m² para los elementos arbustivos, dos subparcelas de 4 m² para el monitoreo del estrato herbáceo, finalmente dos subparcelas de 1 m² para el monitoreo de la vegetación acuática que se encuentre en el espejo de agua (Figura 4).

Nota: en caso de que no se encuentren elementos arbustivos en la zona de monitoreo, se recomienda realizar el levantamiento de información de este estrato en el área total de la parcela.

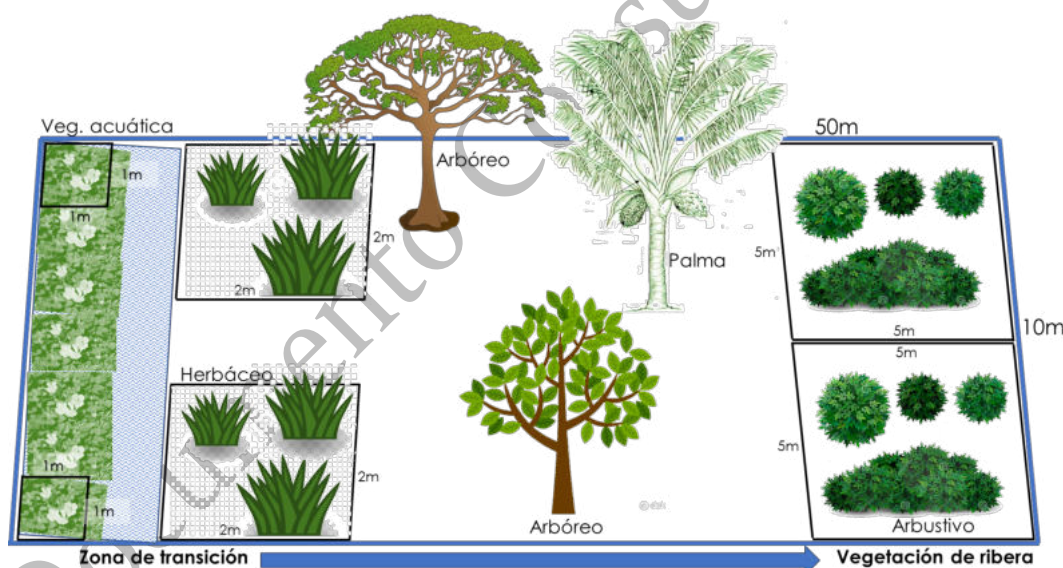


Figura 4. Diseño de la parcela para la estimación de depósitos de carbono asociados la vegetación en humedales del medio y bajo Magdalena¹¹

Tamaño de la muestra

Para calcular el número de parcelas (n) es necesario conocer el error deseado en porcentaje (E), el número de parcelas totales que se podrían establecer en el área de interés (N) (e.g., área

de cada estrato o área del proyecto), la varianza (S^2) o el coeficiente de variación en porcentaje (CV) asociado con la variable de interés (en este caso la biomasa o carbono almacenado en los diferentes reservorios) y el valor t de student para una probabilidad dada ($\alpha = 0,05$). Cuando se involucran diferentes estratos (H), para el cálculo del tamaño de muestra se debe tener en cuenta la importancia relativa o proporción (P_j) ocupada por cada uno de ellos.

Se requiere que la precisión de muestreo esté dentro del 10% del valor real de la media, con un 95% de nivel de confianza. De acuerdo con Kauffman *et al.*, (2013)³³, el número de parcelas que se requieran puede calcularse mediante la siguiente formula:

$$n = \left(\frac{t * s}{\varepsilon} \right)^2 * \left(\sum_i W_i * S_i \right)^2 \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

- n = Número de parcelas de muestreo necesarias para la estimación de existencias de carbono dentro de los límites del proyecto; sin dimensiones.
- t = Valor t de Student bilateral en infinitos grados de libertad para el nivel de confianza requerido; sin dimensiones.
- ε = Margen de error aceptable en la estimación de las existencias de carbono dentro de los límites del proyecto; t d.m. (o t d.m. ha⁻¹) unidades utilizadas para S_i . Estimado con datos del promedio de reserva de carbono en humedales $\times 0.1$ (10% precisión deseada).
- W_i = Peso relativo del área del estrato i (es decir, el área del estrato i dividida por el área del proyecto); sin dimensiones.
- S_i = Desviación estándar estimada del stock de carbono en el estrato i; t d.m. (o t d.m. ha⁻¹).

³³ Kauffman, J., Donato, D., & Adame, M. (2013). Protocolo para la medición, monitoreo y reporte de la estructura, biomasa y reservas de carbono de los manglares. Documento de Trabajo 117. Bogor Barat, Indonesia. Center for International Forestry Research.

i 1, 2, 3, ... estratos de estimación de existencias de carbono dentro de los límites del proyecto.

Localización de las parcelas en campo

El establecimiento de las unidades de muestreo se realiza de manera aleatoria o sistemática. En el caso del muestreo aleatorio, con puntos seleccionados al azar, debe evitarse la localización subjetiva de las parcelas (centro de las parcelas, puntos de referencia de la parcela o movimiento del centro de la parcela a una posición más “conveniente”), siguiendo el principio de aleatoriedad³⁴.

La localización y georreferenciación en campo con el uso de GPS permite el fácil acceso y ubicación. Las parcelas de muestreo serán identificadas con series de códigos alfanuméricos y la información de su posición geográfica (coordenadas geográficas del GPS), la localización de la unidad muestral y los estratos serán registrados y archivados.

12.1.3. Cuantificación del contenido de carbono en los reservorios biomasa aérea, subterránea y hojarasca

En las Tabla 6 y Tabla 7 se presentan las variables recomendadas para la determinación de biomasa en cobertura tipo bosque y tipo no bosque.

Tabla 6. Definición de variables para la determinación de biomasa en cobertura tipo bosque

Depósito de carbono	Método	Variable	Tipo de variable
Biomasa aérea arbórea (BARA)	Se recomienda emplear el método indirecto que consiste en utilizar ecuaciones alométricas o factores de expansión.	DAP	Independiente
		Altura Densidad de madera	Dependiente
Biomasa arbórea subterránea o radicular (BARS)	Se recomienda emplear el método indirecto que consiste en utilizar ecuaciones alométricas.	Altura DAP	Variable predictiva
Hojarasca	Peso fresco, Peso seco, Contenido de C (%)		

³⁴ En el caso de un muestreo estratificado, se localiza el centroide del polígono seleccionado y se utiliza dicho centroide para la ubicación de la parcela. En el caso de no lograr acceder al centroide, por temas logísticos, se valida que se estaba dentro del estrato definido y se ubica la parcela de forma aleatoria.

Tabla 7. Definición de variables para la determinación de biomasa en cobertura tipo no bosque

Depósito de carbono	Método	Variables – método directo
Biomasa no arbórea aérea (BNAA)	Para la vegetación de tipo herbáceo y acuático se emplea el método directo, el cual consiste en cosechar a ras del suelo (o sobre el espejo de agua para el caso de las macrófitas) todo el material que se encuentre dentro de la subparcela o cuadrante definidos para tal fin. Para la vegetación de tipo arbustiva la determinación de la biomasa aérea se realiza de forma indirecta empleando ecuaciones alométricas.	Peso fresco Peso seco Contenido de C (%)
Biomasa no arbórea subterránea (BNAS)	Para la vegetación acuática se emplea el método directo, en el cual de la muestra cosechada para el ítem anterior se separa por aparte el sistema radicular de la macrófita. Para la vegetación de tipo arbustiva, la determinación de la biomasa radicular se realiza de forma indirecta empleando ecuaciones alométricas.	
Hojarasca	Peso fresco, Peso seco, Contenido de C (%)	

Estimación de la biomasa a partir de métodos indirectos

Use de preferencia ecuaciones específicas a la zona (a nivel local y nacional), de no ser posible puede usar ecuaciones generales empleadas en otras regiones siempre y cuando las condiciones en donde fueron generadas sean similares a las del área del proyecto³⁵.

Biomasa aérea arbórea (BARA)

La BARA, expresada en kilogramos (kg), se calcula para los individuos arbóreos muestreados utilizando la(s) ecuación(es) que mejor se ajusten a las condiciones del área del proyecto. En la Tabla 8 se referencian algunas ecuaciones de referencia.

³⁵ Se sugiere priorizar el uso de ecuaciones alométricas a nivel de especie, género o familia.

Tabla 8. Ecuaciones alométricas para la estimación de biomasa área de árboles y palmas aplicables a la cobertura de bosque en áreas de humedal continental

Referencia	Hábito	Ecuación biomasa aérea	Procedencia	Variables que considera
Chave <i>et al.</i> (2015)	Árbol	$BA = 0.0673 \times ((\rho D^2) \times H)^{0.976}$	Tropical	DAP (D), densidad de madera (ρ), altura total (H)
Álvarez <i>et al.</i> (2012)		$B = \exp(2.406 - 1.289 \times \ln(D) + 1.169 \times (\ln(D))^2 - 0.122(\ln(D))^3 + 0.445 \ln(\rho))$	Tropical húmedo. Colombia	DAP (D), densidad de madera (ρ)
Hughes <i>et al.</i> (1999)	Palmas	$B = (\exp(3.627 + 0.5768 \ln(H \times D^2))) \times 1.02/10^6$	Palmas México	DAP (D), altura total (H)

Dependiendo de la ecuación utilizada, la BARA se expresa en función del diámetro normal (D), la densidad específica de la madera (ρ) y la altura de los árboles (H). Una vez calculada la BARA de cada individuo, se obtiene la BARA total de cada parcela (BARAT) al sumar la BARA de todos los árboles vivos registrados. La BARAT posteriormente se calcula en toneladas por hectárea ($t\ ha^{-1}$).

Biomasa arbórea subterránea o radicular (BARS)

La BARS se estima a partir de la BARA para cada parcela³⁶ (Ecuación 2).

$$BS = 0.489 \text{ BARA}^{0.890} \quad \text{Ecuación 2}$$

Estimación de la biomasa a partir de métodos directos

Para la cobertura no arbórea (herbácea y acuática) se usa el método directo que consiste en cosechar el material en las subparcelas definidas para tal fin, se pesa en fresco; se toma una muestra de 300 gr., posteriormente se seca en un horno a 60°C entre 24 y 72 horas hasta obtener un peso constante.

Biomasa no arbórea aérea (BNAA)

El valor de BNAA se estima a partir de la Ecuación 3.

³⁶ Usando la ecuación sugerida por Cairns *et al.* (1997):

Cairns, Michael & Brown, Sandra & Helmer, E. & Baumgardner, Greg. (1997). Root biomass allocation in the world's upland forests. *Oecologia*. 111. 1-11. 10.1007/s004420050201

$$\text{BNAA} = (\text{PSm}/\text{PHm}) \times \text{PH} \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde:

BNAA = biomasa seca del material cosechado en campo (kg).

PSm = peso seco de la muestra llevada al laboratorio para determinar el contenido de humedad (kg).

PHm = peso húmedo de la muestra llevada al laboratorio para determinar el contenido de humedad (kg).

PH = peso húmedo del material cosechado en campo.

Biomasa no arbórea subterránea (BNAS)

El valor de BNAS se estima a partir de la Ecuación 4.

$$\text{BNAS} = (\text{PSm}/\text{PHm}) \times \text{PH} \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde:

BNAS = biomasa seca del material cosechado en campo (kg).

PSm = peso seco de la muestra llevada al laboratorio para determinar el contenido de humedad (kg).

PHm = peso húmedo de la muestra llevada al laboratorio para determinar el contenido de humedad (kg).

PH = peso húmedo del material cosechado en campo.

Biomasa presente en la hojarasca (BM – materia orgánica muerta)

El valor de BM se estima a partir de la Ecuación 5

$$\text{BM} = (\text{PSMOMm}/\text{PHMOMm}) \times \text{PHMOM} \quad \text{Ecuación 5}$$

Donde:

BM = es la biomasa de la materia orgánica muerta cosechada en campo (kg)

PSMOMm = peso seco de la muestra llevada al laboratorio para determinar el contenido de humedad (kg).³⁷

PHMOMm = peso húmedo de la muestra llevada al laboratorio para determinar el contenido de humedad (kg).

Biomasa total (BT)

La BT por parcela, se calcula como:

$$BT = (BARA) + (BARS) + (BNAA) + (BM) \quad \text{Ecuación 6}$$

12.1.4. Cuantificación del contenido de carbono en el carbono orgánico en el suelo

Para establecer el contenido de carbono en el suelo, se acoge la metodología proporcionada por el IPCC en sus Directrices para Inventarios Nacionales de Carbono y GEI que conforman el volumen 4 (“Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra” - AFOLU) centrado en zonas de humedales (suelos orgánicos, suelos costeros y suelos minerales de humedales continentales), (IPCC, 2006). A continuación, se presenta el proceso metodológico propuesto:

1. Preparación de información básica de la zona de estudio

Revisión de estudios de suelos oficiales. Para el caso de Colombia, se sugiere usar los estudios departamentales de suelo, publicados por IGAC (escala 1:100.000)³⁸ para identificar el inventario de suelos de la zona con su respectiva clasificación de acuerdo con el sistema USDA (cartografía oficial de suelos).

Las variables a monitorear, para determinar la dinámica del carbono y GEI en suelos y sedimentos son: densidad aparente, carbono orgánico del suelo (COS), materia orgánica de suelos (MOS), textura (contenido de arena, limo y arcilla).

2. Homologación de suelos USDA-IPCC e integración con vegetación y uso de la tierra

Con la información básica de la zona de estudio se procede a la homologación de la clasificación de suelos integrando la homologación de suelos USDA-IPCC con las unidades de vegetación y cobertura y uso de la tierra, de acuerdo con la Tabla 9 a continuación:

³⁷ Separar una muestra (250-300gr) para las posteriores determinaciones en laboratorio (peso seco).

³⁸ INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI (IGAC). (2007). Manual de normas y especificaciones técnicas para los levantamientos edafológicos. Bogotá.

Tabla 9. Propuesta de homologación de suelos

Orden de suelos (USDA)	SIGLA USDA	Propiedad determinante	Tipo de suelos (IPCC)	SIGLA IPCC
Histosoles	IST	Orgánico	Suelos Orgánicos	O
Andisoles	AND	Volcánico	Suelos Volcánicos	VC
Entisoles Inceptisoles	ENT EPT	Textura gruesa (> 70% arena)	Suelos Arenales	AR
		Textura finas, muy finas o moderadamente finas (< 70% arena)	Otros suelos Minerales	OM
		Régimen de humedad ácuico	Suelos de Humedales	H
Molisoles	OLL	Arcillas de alta actividad	Arcillas de alta actividad	HAC
Vertisoles	ERT			
Alfisoles	ALF			
Aridisoles	ID			
Ultisoles	ULT	Arcillas de baja actividad	Arcillas de baja actividad	LAC
Oxisoles	OX			
Espodosoles	OD	Arcillas de baja actividad con material espódico	Espódicos	OD
Gelisoles	EL	Suelos congelados hasta su máxima profundidad en algún momento del año	En condiciones tropicales no es posible su desarrollo	

3. Selección de los puntos de muestreo para validación en campo

Se identificarán polígonos a monitorear, los cuales se verificarán en campo para definir la viabilidad del muestreo, posibilidad de acceso al sitio tanto en aguas altas como bajas, validar los usos de la tierra y establecer algunas consideraciones a tener en cuenta al momento de la toma de muestras (organización de grupos de trabajo para la fase de toma de muestras).

4. Muestreo de suelos y sedimentos (trabajo de campo)

El muestreo de suelos se realiza mediante el sistema de cajuela dentro de las parcelas establecidas para el muestreo de biomasa aérea (parcela de vegetación) con tres repeticiones por parcela. Para los sedimentos se toman muestras de fondo acuático a diferentes profundidades, también se toman muestras a borde de agua, asociadas con las parcelas de muestreo para vegetación acuática, en cualquiera de los casos se deben realizar al menos tres repeticiones en cada sitio. Se diferenciarán suelos de sedimentos por el contenido de carbono orgánico ya que solamente en suelos se almacena carbono orgánico; el contenido de carbono de los sedimentos se asocia a organismos bentónicos y residuos de biomasa.

Para determinar la densidad aparente, las muestras de suelo se toman utilizando cilindros muestreadores de volumen conocido, específicos para este tipo de muestreo. Estas muestras deben ser tomadas para cada profundidad seleccionada, se depositan en bolsa independiente y etiquetada y se incluye con la muestra de suelo para COS y textura. Una vez tomadas las muestras deben ser enviadas al laboratorio para su respectivo análisis.

Estimación del contenido de carbono en suelos

Porcentaje de carbono en el suelo (%)

El contenido de la materia orgánica del suelo (MOS) se determina por métodos indirectos asociados con la conversión del carbono orgánico del suelo (COS) ya que este elemento por ser su principal constituyente es el que se determina en laboratorio. El SSL (1996) recomienda utilizar un factor de corrección igual a 1.724, asumiendo que la materia orgánica tiene 58% de carbono orgánico mediante la siguiente ecuación:

$$\text{MOS (\%)} = \text{COS(\%)} \times 1.724 \quad \text{Ecuación 7}$$

Donde:

MOS (%) = Materia orgánica del suelo expresada en porcentaje

COS(%) = Contenido de Carbono orgánico del suelo expresado en porcentaje, determinado por el método de Walkley Black

Densidad aparente

La densidad aparente se determina mediante la aplicación de la Ecuación 8 y la Ecuación 9) a una profundidad de 0-30 cm³⁹.

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Peso de masa seca de suelo (g)}}{\text{Volumen de suelo (cm}^3\text{)}} \quad \text{Ecuación 8}$$

³⁹ Esta profundidad es la mínima requerida para determinar el contenido de carbono en suelos, según lineamientos de entidades IGAC e IPCC. Para el Protocolo de estimación de contenidos de carbono se toman dos profundidades como referencia, de 0-25cm para identificar el contenido de carbono en plena dinámica con el ecosistema (clima, sedimentación, etc.) y 25-50cm entendido como el contenido de carbono que se encuentra almacenado y que solo se emitiría luego de un intenso proceso de degradación.

$$Volumen = \pi * r^2 * h$$

Ecuación 9

Donde r es el radio del cilindro y h la altura del cilindro.

En caso de suelos con alguna limitación en profundidad que impida la toma de muestras para la determinación de la densidad aparente, se recomienda aplicar el modelo definido por IGAC-IvH (2018), donde a partir de la caracterización de un total de 929 perfiles de suelos, se realiza la correlación de la textura analizada por el método de Bouyoucos y se establece la siguiente ecuación para obtener la densidad aparente de los suelos:

$$Densidad = 1,331 + 0,0001A - 0,070COS$$

Ecuación 10

Donde:

Den_Apa = densidad aparente del suelo en g/cm³

A = Contenido de arena en el suelo en porcentaje (%)

COS = Contenido de Carbono Orgánico del suelo en porcentaje (%)

Contenido de carbono en el suelo

A partir de los datos de densidad aparente y teniendo como referencia la profundidad muestreada se determina el contenido de Carbono orgánico del suelo a partir de la siguiente ecuación:

$$COS = DA * A * P * COS(\%)/100$$

Ecuación 11

Donde:

COS = Reserva de Carbono orgánico del suelo (kg/m²)

DA = Densidad aparente (kg/m³)

A = Área de la unidad cartográfica UCS (m²)

P = Profundidad de muestreo (m)

$$COS(\%) = \text{Carbono orgánico del suelo } (\%)$$

Para determinar el contenido de Carbono a diferentes profundidades se realizan los cálculos correspondientes y mediante el cálculo de promedio ponderado se determina el contenido de carbono en cada capa; para determinar el contenido en el suelo se suma el resultado obtenido hasta la profundidad máxima requerida⁴⁰.

12.1.5. Cuantificación del carbono total almacenado en los reservorios en el año t

Para convertir la cantidad de Carbono almacenado en los diferentes reservorios a la medida métrica utilizada para comparar las emisiones de GEI, es decir CO₂e, se multiplica la cantidad de toneladas de Carbono que almacenan las coberturas vegetales por la constante (44/12).⁴¹

La estimación de carbono total en los reservorios se realiza por estrato (Ecuación 12).

$$CT_{Es,i} = (C_{BT} + C_{BM} + C_{COS}) * \frac{44}{12} \quad \text{Ecuación 12}$$

Donde:

$CT_{Es,i}$	=	Corresponde al contenido de carbono equivalente de los reservorios, del estrato i; tCO _{2e}
C_{BT}	=	Contenido de carbono en la biomasa
C_{BM}	=	Contenido de carbono en la materia orgánica muerta
C_{COS}	=	Contenido de carbono en el suelo
$\frac{44}{12}$	=	Constante de la proporción molecular entre el carbono (C) y el dióxido de carbono (CO ₂).

40 Honorio, C., Baker, T. (2010). Manual para el monitoreo del ciclo del carbono en bosques amazónicos. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana / Universidad de Leeds. Lima, 54 p.

41 IPCC. (2006). Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.

Para calcular la reserva de carbono en los estratos definidos se multiplica el carbono total del estrato por su correspondiente área (ha):

$$C_{Esi} = \sum (CT_{Es} * A_{Es}) \quad \text{Ecuación 13}$$

Donde:

C_{Esi} = Contenido de Carbono en el estrato i; tCO_{2e}

CT_{Es} = Corresponde a la suma del contenido de carbono de los reservorios, del estrato; tCO_{2e} ha⁻¹

A_{Esi} = Área del estrato i; ha

12.2. Cuantificación de las remociones generadas por la implementación de las actividades de restauración

Para estimar remoción de emisiones asociada a las actividades de restauración se requieren los siguientes pasos:

1. Estimación de la remoción de GEI en los reservorios de carbono en el escenario de línea base.
2. Cuantificación del cambio en los reservorios de carbono por como resultado de las actividades de restauración.
3. Estimación de las emisiones que pueden ser desplazadas como resultado de la implementación de las acciones de mitigación.
4. Cuantificación de las remociones netas.

12.2.1. Emisiones en el escenario de línea base

Las emisiones en el escenario de línea base se estiman mediante las emisiones por los cambios en la dinámica del humedal y los cambios en los reservorios de carbono en los humedales naturales continentales, que ocurrirían en ausencia de las actividades de conservación y restauración.

En consecuencia, las emisiones en el escenario de línea base se calculan de acuerdo con la Ecuación 14, a continuación:

$$E_{LB} = \sum_{i=1}^n BT_{LB,i,t} + E_{LB,fire,t} + E_{LB,ch,t}$$

Ecuación 14

Donde:

E_{LB}	=	Emisiones en el escenario de línea base; tCO _{2e}
$BT_{LB,i,t}$	=	Cambios en las reservas de carbono en la biomasa total en el escenario de línea base, en el estrato i, en el tiempo t; tCO _{2e}
$E_{LB,fire,t}$	=	Emisiones por la combustión de biomasa leñosa y carbono en el suelo en el escenario de línea base, en el tiempo t; tCO _{2e}
$E_{LB,ch,t}$	=	Emisiones por cambios en el área del humedal, en el tiempo t; tCO _{2e}
i	=	1, 2, 3 ...n, estrato; sin dimensiones
t	=	1, 2, 3 ... t, año

Cambios en las reservas de carbono en los reservorios

Las remociones en el escenario de línea base pueden ser calculadas como sigue:

$$\Delta C_{LB,t} = \Delta C_{BT_{LB,t}} + \Delta C_{BM_{LB,t}} + \Delta C_{COS_{LB,t}}$$

Ecuación 15

Donde:

$\Delta C_{LB,t}$	=	Remociones de GEI en los reservorios, en el escenario de línea base, en el periodo de cuantificación; t CO _{2e}
$\Delta C_{BT_{LB,t}}$	=	Cambios en las reservas de carbono en la biomasa, en el escenario de línea base, dentro de los límites del proyecto en el periodo de cuantificación; t CO _{2e}

- $\Delta C_{BM_{LB,t}}$ = Cambios en las reservas de carbono en la materia orgánica muerta, en el escenario de línea base, dentro de los límites del proyecto, en el periodo de cuantificación; t CO₂-e
- $\Delta C_{COS_{LB,t}}$ = Cambios en las reservas de carbono en el suelo, en el escenario de línea base, dentro de los límites del proyecto, en el periodo de cuantificación; t CO₂-e

El cálculo de las reservas de carbono en los reservorios seleccionados en el año t, se realiza siguiendo el proceso descrito en la sección 12.1.

Nota: Las reservas de carbono en el escenario de línea base pueden ser contabilizados como cero, si se cumplen las siguientes condiciones:

1. La cobertura natural existente antes del inicio de la actividad de proyecto no se cosecha ni se elimina a lo largo del tiempo que dura proyecto;
2. La cobertura natural existente antes del inicio de la actividad de proyecto, no sufren mortalidad por la competencia de cobertura generada por el proyecto, o daños debidos a la implementación de la actividad de proyecto, en ningún momento.

Emisiones de CO₂ y otros GEI por combustión de los reservorios ($E_{LB,fire}$)

Si el titular del proyecto identifica la presencia de incendios que afecte el área del proyecto, durante el periodo de monitoreo, deberá cuantificar las emisiones de CH₄ y N₂O causadas por la combustión de biomasa y suelos orgánicos; teniendo en cuenta los lineamientos presentados en las directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de GEI.

La quema de biomasa es la mayor fuente natural (o seminatural) de producción de gas distinto del CO₂. La cantidad liberada se puede estimar utilizando factores de emisión basados en la cantidad de carbono liberado⁴².

Emisiones CO₂ y otros GEI por pérdida en biomasa

De acuerdo con el IPCC (2019), el fuego se trata como una perturbación que afecta no sólo a la biomasa (en particular, la aérea), sino también a la materia orgánica muerta (hojarasca y madera muerta); de igual forma para los suelos orgánicos que han sido drenados.

Siguiendo los lineamientos del IPCC, a continuación, se describe el proceso para estimar las emisiones de CO₂ y de Otros GEI.

⁴² Pearson, T., Walker, S. & Brown, S. (2005). Sourcebook for Land use, Land-use change and forestry projects. Winrock International. 11-33 pp.

$$E_{fire(LB,BT)} = A_{LB} \times M_{BT} \times C_f(BT) \times G_{ef(BT)} \times 10^{-343}$$

Ecuación 16

Donde:

$E_{fire(BT, LB)}$ = Emisiones de gases de efecto invernadero procedentes del incendio de biomasa total, en el escenario de línea base; toneladas de cada GEI (CH_4 , N_2O).

A_{LB} = Área quemada en el escenario de línea base; ha

M_{BT} = Masa de combustible disponible para combustión; toneladas ha^{-1} . Esto incluye biomasa, hojarasca y madera muerta.⁴⁴

C_f = Factor de combustión; adimensional.⁴⁵

G_{ef} = Factor de emisión; $g\ kg^{-1}$ de materia seca quemada.⁴⁶

Emisiones CO_2 y otros GEI por incendios en suelos orgánicos drenados

Las emisiones de CO_2 y otros GEI procedentes de la quema de suelos orgánicos drenados pueden medirse directamente o estimarse utilizando datos sobre la superficie quemada junto con los valores por defecto para la masa de combustible consumida y los factores de emisión proporcionados por el IPCC.⁴⁷

$$E_{fire(SOC, LB)} = A_{LB} \times M_{B(SOC)} \times C_f(SOC) \times G_{ef(SOC)} \times 10^{-348}$$

Ecuación 17

Donde:

⁴³ El valor 10^{-3} convierte L_{fire} en toneladas.

⁴⁴ De acuerdo con los lineamientos del IPCC, para esta metodología se asume que los depósitos de hojarasca y madera muerta son cero, excepto cuando haya un cambio de uso de la tierra o se tengan datos confiables y verificables para el sitio. Para conocer la masa de combustible disponible ver Módulos (Biomasa y MOC). Para la combustión de biomasa no leñosa en pastizales y tierras de cultivo, no es necesario estimar ni informar las emisiones de CO_2 , porque se asume que las absorciones anuales de CO_2 (a través del crecimiento) y las emisiones (ya sea por descomposición o incendio) por la biomasa están en equilibrio.

⁴⁵ Valores predeterminados en la Tabla 2.6; definidos por el IPCC, 2019.

⁴⁶ Valores predeterminados en la Tabla 2.5; definidos por el IPCC, 2019.

⁴⁷ IPCC, 2013.

⁴⁸ El valor 10^{-3} convierte L_{fire} en toneladas.

$E_{fire(SOC)}$ = Emisiones de gases de efecto invernadero procedentes del incendio de suelos orgánicos, en el escenario de línea base; toneladas de cada GEI (CH_4 , N_2O).

A_{LB} = Área quemada en el escenario de línea base; ha

$M_B(SOC)$ = Masa de combustible (suelo orgánico) disponible para combustión, toneladas ha^{-149}

$C_f(SOC)$ factor de combustión del suelo orgánico, adimensional⁵⁰

$G_{ef(SOC)}$ factor de emisión del suelo orgánico, g kg^{-1} de materia seca quemada⁵¹

12.2.2. Cuantificación del cambio en los reservorios de carbono como resultado de las actividades de restauración

Emisiones en el escenario con proyecto

Las emisiones en el escenario con proyecto se estiman mediante las emisiones por los cambios en el área del humedal y las emisiones por combustión de biomasa leñosa.

En consecuencia, las emisiones en el escenario con proyecto se calculan de acuerdo con la Ecuación 18, a continuación:

$$E_p = \sum_{i=1}^n BT_{P,i,t} + E_{P,fire,t} + E_{P,ch,t} \quad \text{Ecuación 18}$$

Donde:

E_p = Emisiones en el escenario de línea base; tCO_2e

⁴⁹ De acuerdo con los lineamientos del IPCC, para esta metodología se asume que los depósitos de hojarasca y madera muerta son cero, excepto cuando haya un cambio de uso de la tierra o se tengan datos confiables y verificables para el sitio. Para conocer la masa de combustible disponible ver Módulos (Biomasa y MOC). Para la combustión de biomasa no leñosa en pastizales y tierras de cultivo, no es necesario estimar ni informar las emisiones de CO_2 , porque se supone que las absorciones anuales de CO_2 (a través del crecimiento) y las emisiones (ya sea por descomposición o incendio) por la biomasa están en equilibrio.

⁵⁰ Valores predeterminados en la Tabla 2.6; definidos por el IPCC, 2019.

⁵¹ Valores predeterminados en la Tabla 2.5; definidos por el IPCC, 2019.

$BT_{P,i,t}$	=	Cambios en las reservas de carbono en la biomasa total en el escenario con proyecto, en el estrato i , en el tiempo t ; tCO_{2e}
$E_{fire,P,t}$	=	Emisiones por la combustión de biomasa leñosa y carbono en el suelo en el escenario con proyecto, en el tiempo t ; tCO_{2e}
$E_{P,mh,t}$	=	Emisiones por cambios del área del humedal, en el tiempo t ; tCO_{2e}
i	=	1, 2, 3 ... n , estrato; sin dimensiones
t	=	1, 2, 3 ... t , año

Cambios en las reservas de carbono

Los cambios en las reservas de carbono en los humedales naturales continentales corresponden a los cambios en los reservorios de carbono menos las emisiones de GEI, como resultado de las actividades del proyecto.

Los cambios en las reservas de carbono se determinan por las remociones de GEI por los sumideros y deben ser calculadas como sigue:

$$\Delta C_{ACTUAL,t} = \Delta C_t - GEI_{E,t} \quad \text{Ecuación 19}$$

Donde:

$\Delta C_{ACTUAL,t}$	=	Remociones actuales netas de GEI por los sumideros, en el periodo de cuantificación; tCO_{2e}
ΔC_t	=	Cambios en las reservas de carbono en el proyecto, ocurridos en los reservorios seleccionados, en el periodo de cuantificación; tCO_{2e}
$GEI_{E,t}$	=	Incremento en las emisiones de GEI, diferentes a CO_2 , dentro de los límites del proyecto, como resultado de las actividades del proyecto, en el periodo de cuantificación; tCO_{2e}

Los cambios en las reservas de carbono, ocurridos en los reservorios de carbono seleccionados, en el periodo de cuantificación, pueden ser calculados como sigue:

$$\Delta C_{P,t} = \Delta C_{BT_{P,t}} + \Delta C_{BM_{P,t}} + \Delta C_{COS_{P,t}}$$

Ecuación 20

Donde:

- $\Delta C_{P,t}$ = Cambios en las reservas de carbono que ocurren en los reservorios seleccionados, en el escenario con proyecto, en el periodo de cuantificación; tCO₂-e
- $\Delta C_{BT_{LB,t}}$ = Cambios en las reservas de carbono en la biomasa, en el escenario con proyecto, dentro de los límites del proyecto en el periodo de cuantificación; t CO₂-e
- $\Delta C_{BM_{LB,t}}$ = Cambios en las reservas de carbono en la materia orgánica muerta, en el escenario con proyecto, dentro de los límites del proyecto, en el periodo de cuantificación; t CO₂-e
- $\Delta C_{COS_{LB,t}}$ = Cambios en las reservas de carbono en el suelo, en el escenario con proyecto, dentro de los límites del proyecto, en el periodo de cuantificación; t CO₂-e
- t = 1, 2, 3 ... t, año

Emisiones de CO₂ y otros GEI por combustión de los reservorios ($E_{P,fire}$)

Emisiones CO₂ y otros GEI por pérdida en biomasa

$$E_{fire(P,BT)} = A_P \times \dot{M}_{BT} \times C_{f(BT)} \times G_{ef(BT)} \times 10^{-3}{}^{52}$$

Ecuación 21

Donde:

- $E_{fire(BT, LB)}$ = Emisiones de gases de efecto invernadero procedentes del incendio de biomasa total, en el escenario de línea base; toneladas de cada GEI (CH₄, N₂O).

⁵² El valor 10⁻³ convierte L_{fire} en toneladas.

A_P = Área quemada en el escenario de línea base; ha

M_{BT} = Masa de combustible disponible para combustión; toneladas ha⁻¹. Esto incluye biomasa, hojarasca y madera muerta.⁵³

C_f = Factor de combustión; adimensional.⁵⁴

G_{ef} = Factor de emisión; g kg⁻¹ de materia seca quemada.⁵⁵

Emissiones CO₂ y otros GEI por incendios en suelos orgánicos drenados

$$E_{fire(SOC,P)} = A_P \times M_{B(SOC)} \times C_{f(SOC)} \times G_{ef(SOC)} \times 10^{-3} \quad \text{Ecuación 22}$$

Donde:

$E_{fire(SOC)}$ = Emisiones de gases de efecto invernadero procedentes del incendio de suelos orgánicos, en el escenario de línea base; toneladas de cada GEI (CH₄, N₂O).

A_P = Área quemada en el escenario de línea base; ha

$M_{B(SOC)}$ = Masa de combustible (suelo orgánico) disponible para combustión, toneladas ha⁻¹.⁵⁷

$C_{f(SOC)}$ = factor de combustión del suelo orgánico, adimensional.⁵⁸

⁵³ De acuerdo con los lineamientos del IPCC, para esta metodología se asume que los depósitos de hojarasca y madera muerta son cero, excepto cuando haya un cambio de uso de la tierra se tengan datos confiables y verificables para el sitio. Para conocer la masa de combustible disponible ver Módulos (Biomasa y MOC). Para la combustión de biomasa no leñosa en pastizales y tierras de cultivo, no es necesario estimar ni informar las emisiones de CO₂, porque se asume que las absorciones anuales de CO₂ (a través del crecimiento) y las emisiones (ya sea por descomposición o incendio) por la biomasa están en equilibrio.

⁵⁴ Valores predeterminados en la Tabla 2.6; definidos por el IPCC, 2019.

⁵⁵ Valores predeterminados en la Tabla 2.5; definidos por el IPCC, 2019.

⁵⁶ El valor 10⁻³ convierte L_{fire} en toneladas.

⁵⁷ De acuerdo con los lineamientos del IPCC, para esta metodología se asume que los depósitos de hojarasca y madera muerta son cero, excepto cuando haya un cambio de uso de la tierra se tengan datos confiables y verificables para el sitio. Para conocer la masa de combustible disponible ver Módulos (Biomasa y MOC). Para la combustión de biomasa no leñosa en pastizales y tierras de cultivo, no es necesario estimar ni informar las emisiones de CO₂, porque se supone que las absorciones anuales de CO₂ (a través del crecimiento) y las emisiones (ya sea por descomposición o incendio) por la biomasa están en equilibrio.

⁵⁸ Valores predeterminados en la Tabla 2.6; definidos por el IPCC, 2019.

$G_{ef(SOC)}$ factor de emisión del suelo orgánico, g kg⁻¹ de materia seca quemada.⁵⁹

12.2.3. Estimación de las emisiones que pueden ser desplazadas como resultado de la implementación de las acciones de mitigación.

De acuerdo con la metodología AR-ACM0003, para el análisis de fugas se aplica la herramienta metodológica AR-TOOL15, *A/R Methodological Tool, Version 02.0* (Estimación del incremento en las emisiones de GEI, atribuible al desplazamiento de actividades agrícolas pre-proyecto).

La herramienta no es aplicable si el desplazamiento de actividades agrícolas probablemente causa, directa o indirectamente, drenaje sobre humedales.

Según lo descrito en la herramienta, el desplazamiento de actividades agrícolas, en sí mismo, no resulta en fugas. Las fugas ocurren cuando el desplazamiento de las actividades agrícolas genera un incremento en las emisiones de GEI, como resultado de las actividades del proyecto y llevadas a cabo dentro de los límites del proyecto.

Las fugas atribuibles al desplazamiento de actividades agrícolas se consideran insignificantes y puede cuantificarse como cero, bajo las siguientes condiciones:

- (a) Los animales son desplazados a tierras de pastoreo existentes y el número total de animales, en la tierra de pastoreo a la que son trasladados no excede la capacidad de carga de la tierra de pastoreo;
- (b) Los animales son desplazados a pastizales existentes, sin pastoreo, y el número total de los animales desplazados no exceden la capacidad de carga de la tierra de pastoreo a la que se trasladan;
- (c) Los animales son desplazados a tierras de cultivo que han sido abandonadas en los últimos cinco años;
- (d) Los animales son desplazados a tierras boscosas, y no hay tala de árboles, o la disminución de las áreas en bosque, no ocurre debido a los animales desplazados;
- (e) Los animales son desplazados a un sistema de pastoreo cero (o mecánico).

⁵⁹ Valores predeterminados en la Tabla 2.5; definidos por el IPCC, 2019.

En todos los demás casos, las tierras dentro de los límites del proyecto, desde las cuales las actividades agrícolas anteriores al proyecto deben ser desplazadas fuera de los límites del proyecto, están delimitadas y debe estimarse el área.

Las fugas resultantes del desplazamiento de las actividades agrícolas pre-proyecto, debe estimarse de la siguiente manera:

$$FUGA_t = FUGA_{AGRIC,t} \quad \text{Ecuación 23}$$

Donde:

$FUGA_t$ = Emisiones de GEI debidas a las fugas, en el año t ; t CO₂-e

$FUGA_{AGRIC,t}$ = Fugas debidas al desplazamiento de actividades agrícolas en el año t , estimadas con la herramienta “Estimación del incremento en las emisiones de GEI, atribuible al desplazamiento de actividades agrícolas pre-proyecto”; t CO₂-e

12.2.4. Cuantificación de las remociones netas

Las remociones del proyecto de GEI por los reservorios deben ser calculadas como sigue:

$$\Delta C_{REM,t} = \Delta C_{R,LB,t} - \Delta C_{R,ACTUAL,t} - Fuga_{R,t} \quad \text{Ecuación 24}$$

Donde:

$\Delta C_{REM,t}$ = Remociones netas de GEI por los reservorios, año t ; t CO₂-e

$\Delta C_{R,ACTUAL,t}$ = Remociones de GEI por los reservorios, en el año t ; t CO₂-e

$\Delta C_{R,LB,t}$ = Remociones de GEI en línea base, en el año t ; t CO₂-e

$Fuga_{R,t}$ = Emisiones de GEI debidas a las fugas por actividades de remoción, en el año t ; t CO₂-e

12.3. Cuantificación de la reducción de emisiones generadas por la implementación de las actividades de conservación

Para estimar la reducción de emisiones asociada a la implementación de acciones para disminuir la transformación de los humedales naturales a otras coberturas se requieren los siguientes pasos:

1. Cuantificación de emisiones en el escenario de línea base.
2. Cuantificación de emisiones en el escenario con proyecto.
3. Cuantificación de la reducción de emisiones generadas por la implementación de las actividades de conservación

12.3.1. Cuantificación de emisiones en el escenario de línea base

La reducción de las emisiones por evitar cambios en el uso de la tierra, en el escenario con proyecto, se estima de acuerdo con la ecuación:

$$RE_P = (t_2 - t_1) * (E_{LB} - E_P - E_{AF}) \quad \text{Ecuación 25}$$

Donde:

RE_P	=	Reducción de emisiones del proyecto; tCO _{2e}
E_{LB}	=	Emisión por los cambios en el uso de la tierra en el escenario de línea base; tCO _{2e} año ⁻¹
E_P	=	Emisión por cambios en el uso de la tierra en el área del proyecto; tCO _{2e} año ⁻¹
E_{AF}	=	Emisión por cambios en el uso de la tierra en el área de fugas; tCO _{2e} año ⁻¹

Área de proyecto

Emisiones que se generarían en el escenario sin proyecto debido a la transformación de áreas de humedal natural continental a otros usos de la tierra. Las emisiones de GEI se estiman considerando la cantidad de área que sería transformada en el escenario sin proyecto y el contenido de carbono que se emitiría a la atmósfera si dichas áreas son transformadas (Ecuación 26).

$$E_{LB} = \sum_{i=1}^n CAC_{LB,i,t} (BT_{LB,i,t} + COS_{LB,i,t} + BM_{LB,i,t}) + E_{fire_LB,i,t} \quad \text{Ecuación 26}$$

Donde:

E_{LB}	=	Emisiones del proyecto en el escenario de línea base; tCO _{2e}
----------	---	---

$CAC_{LB,i,t}$	=	Cambio proyectado en la superficie con cobertura vegetal natural en el escenario de línea base del proyecto, en la región de referencia; ha año ⁻¹
$BT_{LB,i,t}$	=	Contenido de carbono en la biomasa total en el escenario de línea base, en el estrato i; t CO ₂ e ha ⁻¹
$COS_{LB,i,t}$	=	Contenido carbono en el suelo en el escenario de línea base, en el estrato i; t CO ₂ e ha ⁻¹
$BM_{LB,i,t}$	=	Contenido carbono en la materia orgánica muerta en el escenario de línea base, en el estrato i; t CO ₂ e ha ⁻¹
$E_{fire_LB,i,t}$	=	Emisiones de GEI por combustión de carbono en el escenario de línea base ⁶⁰ .
i	=	1, 2, 3 ... n, estrato; sin dimensiones
t	=	1, 2, 3 ... t, año

Cambio proyectado en la superficie con cobertura vegetal natural (CAC)

Corresponden a los cambios en el uso de la tierra en las áreas de humedal que pasan de cobertura vegetal natural a coberturas transformadas en el periodo de referencia. Los datos de actividad se evalúan en la región de referencia seleccionada.

Para definir los datos de actividad el titular del proyecto debe de realizar un análisis de cambio de uso de la tierra considerando los siguientes lineamientos:

- Obtener la información geográfica y cartográfica para el análisis de cambios de uso de la tierra⁶¹. Se debe diligenciar la Tabla 10 con la relación de la información usada.

Tabla 10: Insumos para el análisis de cambios de uso de la tierra

⁶⁰ La estimación de las emisiones por combustión de biomasa leñosa y carbono en el suelo se cuantifican siguiendo los lineamientos de la sección 12.2.

⁶¹ Ver criterios en la sección 8.1.2.

Insumo (Vector/sensores remotos)	Resolución espacial	Resolución espectral	Resolución temporal	Fecha de generación

- Estratificar las coberturas naturales siguiendo los lineamientos de la sección 12.1.1.
- Generar un análisis de detección de cambios o análisis multitemporal⁶² entre el periodo $t=-5$ y $t=0$, el cual permite identificar los cambios en el uso de la tierra que se hayan presentado en el área del proyecto. El resultado de este es una matriz de cambios (Tabla 11).⁶³

Tabla 11: Matriz de cambio de usos de la tierra

Estrato/Clase		t ₂				Área (ha)
t ₁		Clase ₁	Clase ₂	Clase ₃	Clase ₄	
	Clase ₁					
	Clase ₂					
	Clase ₃					
	Clase ₄					

62 Se podrá utilizar información complementaria para disminuir el área sin información. Debe presentarse información detallada acerca de la metodología, la pertinencia del uso de la fuente de información seleccionada y la evaluación de la precisión de la clasificación. Ver sección 8.

63 La metodología permite el uso de capas disponibles a nivel nacional que cumplan con los requerimientos de resolución espacial y temporal, como insumo para la elaboración de la matriz. El titular del proyecto debe realizar un análisis de precisión de los datos para demostrar que cumple con los requerimientos planteados en la sección 8.

Cambio proyectado en la superficie con cobertura vegetal natural (CAC), en el escenario de línea base, en el área del proyecto

Los cambios históricos anuales en el área de proyecto, en el escenario de línea base se determinan utilizando la siguiente ecuación⁶⁴:

$$CAC_{LB} = \left(\frac{1}{t_2 - t_1} \ln \frac{A_2}{A_1} \right) * AP \quad \text{Ecuación 27}$$

Donde:

- CAC_{LB} = cambio en la superficie con cobertura vegetal natural en el escenario de línea base del proyecto, en la región de referencia (ha/año)
- t_2 = año final del periodo de referencia en el que se analizan los cambios
- t_1 = año de inicio del periodo de referencia en el que se analizan los cambios
- A_2 = superficie en cobertura vegetal natural en la región de referencia en t_2 (ha)
- A_1 = superficie en cobertura vegetal natural en la región de referencia en t_1 (ha)
- AP = área elegible del proyecto (ha)

Contenido de carbono en los reservorios⁶⁵

La estimación del contenido de carbono en los reservorios se describe en la sección 12.1. En este caso, el año t corresponde al año en el que se realiza el muestreo para la estimación de carbono en las coberturas naturales.

⁶⁴ El resultado del análisis de los cambios en las coberturas vegetales naturales será el valor utilizado para representar la pérdida, que se espera en el escenario de línea base, de la cobertura natural.

⁶⁵ Se sigue el mismo procedimiento para estimar el contenido de carbono en el área de fugas.

Área de fugas

$$E_{AF_p} = \sum_{i=1}^n CAC_{AF_Pp} * (BT_{AF,i,t} + SOC_{AF,i,t} + MOC_{AF,i,t})$$

Ecuación 28

Donde:

- E_{AF_p} = Emisiones proyectadas el área de fugas en el escenario con proyecto; tCO_{2e}
- CAC_{AF_P} = Cambios proyectados en la superficie con cobertura vegetal natural en el área de fugas, escenario con proyecto, (ha/año)
- $BT_{AF,i,t}$ = Cambios en las reservas de carbono en la biomasa total en el escenario de proyecto, en el estrato i, en el tiempo t; tCO_{2e}
- $SOC_{AF,i,t}$ = Emisiones en las reservas de carbono en el suelo en el escenario de línea base, en el tiempo t; t CO_{2e}
- $MOC_{AF,i,t}$ = Emisiones en las reservas de materia orgánica muerta en el escenario de línea base, en el tiempo t; t CO_{2e}
- i = 1, 2, 3 ...n, estrato; sin dimensiones
- t = 1, 2, 3 ... t, año

Cambios proyectados en la superficie con cobertura vegetal natural (CAC) en el escenario de línea base, en el área de fugas

Los cambios históricos anuales en el área de fugas, en el escenario de línea base se cuantifican usando la siguiente ecuación:

$$CAC_{AF_LB} = \left(\frac{1}{t_2 - t_1} \ln \frac{AF_2}{AF_1} \right) * AF$$

Ecuación 29

Donde:

CAC_{AF_LB}	=	cambio en la superficie con cobertura vegetal natural en el escenario de línea base del área de fugas, en la región de referencia (ha/año)
t_2	=	año final del periodo de referencia en el que se analizan los cambios
t_1	=	año de inicio del periodo de referencia en el que se analizan los cambios
AF_2	=	superficie en cobertura vegetal natural en la región de referencia del área de fugas en t_2 (ha)
AF_1	=	superficie en cobertura vegetal natural en la región de referencia del área de fugas en t_1 (ha)
AF	=	Área de fugas (ha)

12.3.2. Cuantificación de emisiones en el escenario con proyecto

Área del proyecto

Las emisiones en el escenario con proyecto se calculan de acuerdo con la Ecuación 30, a continuación:

$$E_p = \sum_{i=1}^n CAC_p(BT_{p,i,t} + SOC_{p,i,t} + MOC_{p,i,t}) + E_{fire_p,i,t} \quad \text{Ecuación 30}$$

Donde:

E_p	=	Emisiones en el escenario de proyecto; tCO _{2e}
CAC_p	=	cambio en la superficie con cobertura vegetal natural en el escenario con proyecto, (ha/año)
$BT_{p,i,t}$	=	Cambios en las reservas de carbono en la biomasa total en el escenario de proyecto, en el estrato i, en el tiempo t; tCO _{2e}
$SOC_{p,i,t}$	=	Emisiones en las reservas de carbono en el suelo en el escenario de línea base, en el tiempo t; t CO _{2e}

$MOC_{P,i,t}$ = Emisiones en las reservas de materia orgánica muerta en el escenario de línea base, en el tiempo t ; $t\text{ CO}_2e$

$E_{fire_P,i,t}$ Emisiones de gases de efecto invernadero procedentes del incendio, en escenario con proyecto⁶⁶.

i = 1, 2, 3 ...n, estrato; sin dimensiones

Cambios proyectados en la superficie con cobertura vegetal natural (CAC) en el escenario con proyecto, en el área del proyecto

Las emisiones de GEI en el área de proyecto, en el escenario con proyecto se cuantifican usando la siguiente ecuación:

$$CAC_P = CAC_{LB} * (1 - \%DC_P) \quad \text{Ecuación 31}$$

Donde

CAC_P = cambio en la superficie con cobertura vegetal natural en el escenario con proyecto, (ha/año)

CAC_{LB} = cambio en la superficie con cobertura vegetal natural en el escenario de línea base (ha/año)

$\%DC_P$ = porcentaje de la proyección de la disminución de los cambios de cobertura debido a la implementación de las actividades del proyecto

Área de fugas

$$E_{AF} = \sum_{i=1}^n CAC_{AF_P} * (BT_{AF,i,t} + SOC_{AF,i,t} + MOC_{AF,i,t}) \quad \text{Ecuación 32}$$

Donde:

E_{AF} = Emisiones el área de fugas en el escenario con proyecto; $t\text{CO}_2e$

⁶⁶ Ver sección Emisiones de CO_2

CAC_{AF-P}	=	cambio en la superficie con cobertura vegetal natural en el área de fugas, escenario con proyecto, (ha/año)
$BT_{AF,i,t}$	=	Cambios en las reservas de carbono en la biomasa total en el escenario de proyecto, en el estrato i, en el tiempo t; tCO _{2e}
$SOC_{AF,i,t}$	=	Emisiones en las reservas de carbono en el suelo en el escenario de línea base, en el tiempo t; t CO _{2e}
$MOC_{AF,i,t}$	=	Emisiones en las reservas de materia orgánica muerta en el escenario de línea base, en el tiempo t; t CO _{2e}
i	=	1, 2, 3 ...n, estrato; sin dimensiones
t	=	1, 2, 3 ... t, año

Cambios proyectados en la superficie con cobertura vegetal natural (CAC) en el escenario con proyecto, en el área de fugas

Las emisiones de GEI en el área de fugas, en el escenario con proyecto se cuantifican usando la siguiente ecuación:

$$CAC_{AF-P} = CAC_{AF-LB} * (1 + \%ICC_{AF})$$

Ecuación 33

Donde

CAC_{AF-P}	=	cambio en la superficie con cobertura vegetal natural en el área de fugas, escenario con proyecto, (ha/año)
CAC_{AF-LB}	=	cambio en la superficie con cobertura vegetal natural en el escenario de línea base (ha/año)
$\%ICC_{AF}$	=	porcentaje del incremento de los cambios de cobertura debido a la implementación de las actividades del proyecto.

12.3.3. Cuantificación de la reducción de emisiones generadas por la implementación de las actividades de conservación

Las reducciones del proyecto de GEI deben ser calculadas como sigue:

$$\Delta C_{CON,t} = \Delta C_{CON,LB,t} - \Delta C_{CON,ACTUAL,t} - Fuga_{CON,t} \quad \text{Ecuación 34}$$

Donde:

- $\Delta C_{CON,t}$ = Reducciones netas de GEI por las actividades de conservación, en el año t ; t CO₂-e
- $\Delta C_{ACTUAL,t}$ = Reducciones de GEI las actividades de conservación, en el año t ; t CO₂-e
- $\Delta C_{LB,t}$ = Emisiones de GEI en la línea base, en el año t ; t CO₂-e
- $Fuga_{CON,t}$ = Emisiones de GEI debidas a las fugas las actividades de conservación, en el año t ; t CO₂-e

12.4. Estimación de los resultados de reducción y remoción de las actividades del proyecto

Los resultados del proyecto de GEI deben ser calculadas como sigue:

$$\Delta C_{PROYECTO,t} = \Delta C_{REM,t} + \Delta C_{CON,t} \quad \text{Ecuación 35}$$

Donde:

- $\Delta C_{PROYECTO,t}$ = Reducciones netas de GEI por las actividades de conservación, en el año t ; t CO₂-e
- $\Delta C_{REM,t}$ = Remociones netas de GEI por los reservorios, año t ; t CO₂-e
- $\Delta C_{CON,t}$ = Reducciones netas de GEI por las actividades de conservación, en el año t ; t CO₂-e
- t = 1, 2, 3 ... t , año

13. Plan de monitoreo

Los titulares del proyecto deben presentar un plan de monitoreo conforme a lo establecido por el estándar y adicionalmente deben describir los procedimientos para realizar seguimiento a las actividades del proyecto y a la reducción de emisiones de GEI, en el ámbito del proyecto.



El titular del Proyecto de GEI debe demostrar que las reducciones de emisiones o remociones son cuantificadas, monitoreadas, reportadas y verificadas, mediante la aplicación de la Herramienta BCR “*Monitoring, reporting and verification (MRV)*”

Documento Consulta Pública

Historial del documento

Tipo de documento

Documento metodológico Proyectos de conservación y restauración en humedales naturales continentales.

Versión	Fecha	Naturaleza del documento
Consulta interna	2 de diciembre de 2022	Versión inicial Documento sometido a consulta interna
Documento para consulta pública	26 de febrero de 2024	Documento sometido a consulta pública