



DOCUMENTO METODOLÓGICO SECTOR AFOLU

BCR0001 FORESTACIÓN, REFORESTACIÓN Y REVEGETALIZACIÓN

BIOCARBON CERT[®]

CONSULTA PÚBLICA VERSIÓN 5.0 | 25 de septiembre de 2025

BIOCARBON CERT

www.biocarbonstandard.com

© 2025 BIOCARBON CERT®. Este documento metodológico puede ser usado únicamente para proyectos que se certifiquen y registren con BIOCARBON CERT. Todos los derechos reservados. Prohibida su reproducción total o parcial sin autorización expresa de BIOCARBON CERT.

BIOCARBON CERT. 2025. DOCUMENTO METODOLÓGICO. SECTOR AFOLU. BCR0001 Forestación, reforestación y revegetalización (ARR). Consulta pública Versión 5.0. 25 de septiembre de 2025. 67 p. <http://www.biocarbonstandard.com>

Tabla de contenido

1	Introducción.....	8
2	Objetivo	8
3	Fuentes.....	9
4	Versión y validez	10
5	Alcance	10
6	Condiciones de aplicabilidad	11
7	Referencias normativas	12
8	Términos y definiciones.....	13
9	Reservorios y fuentes de GEI	20
9.1	Reservorios de GEI.....	20
9.2	Fuentes de GEI	21
10	Áreas elegibles para actividades ARR	21
10.1	Requerimientos de la información geográfica para el análisis de elegibilidad	22
11	Proyectos agrupados e inclusión de nuevas áreas	23
12	Escenario de línea base y adicionalidad	24
12.1	Línea base	24
12.2	Adicionalidad	24
13	Cuantificación de las remociones de GEI	25
13.1	Estratificación	25
13.2	Remociones de GEI en el escenario de línea base.....	25
13.3	Remociones de GEI en el escenario con proyecto	26
13.3.1	Árboles y arbustos	28
13.3.2	Materia orgánica muerta y hojarasca	30
13.3.3	Carbono orgánico del suelo (COS)	33
13.4	Fugas	40

13.5	Remociones netas de GEI	42
14	Manejo de fugas	42
14.1	Metodologías y fuentes de referencia.....	43
14.2	Documentación y trazabilidad.....	43
14.3	Verificación y aseguramiento de la calidad	43
14.4	Manejo de la incertidumbre	43
14.5	Integración en el balance neto	43
15	Manejo de la incertidumbre	44
15.1	Herramienta de incertidumbre	44
15.2	Niveles mínimos de confianza y precisión	44
15.3	Diseño de muestreo y mediciones	45
15.4	Transparencia y documentación.....	45
15.5	Actualización y verificaciones	45
15.6	Principio de conservatismo	46
16	Permanencia y gestión de riesgos de reversión	46
16.1	Instrumentos complementarios de gestión del riesgo	47
17	Plan de monitoreo	48
17.1	Requisitos técnicos mínimos.....	48
17.2	Transparencia y publicación de información	49
17.3	Integración de tecnologías de monitoreo continuo (D-MRV)	49
17.4	Procedimientos de monitoreo.....	49
17.4.1	Monitoreo de los límites del proyecto.....	50
17.4.2	Monitoreo de la ejecución de las actividades de proyecto	50
17.4.3	Monitoreo del crecimiento en biomasa	51
17.4.3.1	Estratificación y diseño del muestreo en campo	52
	Estratificación	52
	Parcelas de muestreo.....	52
	Tamaño de las parcelas o unidades de muestreo	52
	Tamaño de la muestra.....	52

Cálculo del número de parcelas	54
Localización de las parcelas en campo	55
Frecuencia de monitoreo	56
Medición y estimación de los cambios en los contenidos de carbono	56
17.4.4 Monitoreo de la cuantificación de las remociones del proyecto	56
17.5 Procedimientos de control y aseguramiento de la calidad de la información	58
17.5.1 Requisitos normativos	58
17.5.2 Procedimientos operativos recomendados	59
18 Referencias	60
Anexo 1. Tecnologías de Monitoreo Continuo (dMRV)	64

Listado de tablas

Tabla 1. Selección de los reservorios de GEI	20
Tabla 2. Fuentes de emisión y GEI seleccionados	21
Tabla 5. Parámetros madera muerta y hojarasca	30
Tabla 6. Valores por defecto usados para la estimación del carbono en madera muerta y hojarasca	32
Tabla 7. Referencia por defecto (en caso de vegetación natural) de existencias de C orgánico (COS_{REF}) para suelos minerales ($tC\ ha^{-1}$ entre 0 y 30 cm de profundidad)	35
Tabla 8. Factores por defecto para cambios relativos en las reservas de C orgánico, por actividades de manejo sobre cultivos (neto efectivo durante un periodo de 20 años)	37
Tabla 9. Factores para cambios relativos en las reservas de C orgánico, por diferentes niveles de insumos sobre cultivos (neto efectivo durante un periodo de 20 años)	38
Tabla 10. Factores relativos para cambios en las reservas de C orgánico (fLU , fMG y fIN) en pastos manejados (neto efectivo durante un periodo de 20 años)	39
Tabla 11. Variables para monitorear	51
Tabla 12. Parámetros determinados por la herramienta, para el muestreo	54

Siglas y acrónimos

AFOLU	Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra
ARR	Forestación, Reforestación y Revegetalización (Forestation, Reforestation and Revegetation)
AR-ACM	Metodología consolidada MDL para proyectos de forestación y reforestación
CH ₄	Metano
CLC	CORINE Land Cover
COS	Carbono orgánico del suelo
CCV	Créditos de Carbono Verificados
CMNUCC	Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático
CO ₂	Dióxido de carbono
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
GEI	Gases de Efecto Invernadero
IPCC	Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change)
MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio (Clean Development Mechanism)
N ₂ O	Óxido Nitroso

1 Introducción

Las actividades de forestación, reforestación y revegetalización (ARR) son fundamentales como estrategias globales de mitigación y adaptación al cambio climático. Además de su capacidad para remover y almacenar dióxido de carbono atmosférico, las actividades ARR aportan beneficios adicionales al mejorar la calidad y disponibilidad del agua, proteger y restaurar la biodiversidad, y mantener servicios ecosistémicos clave como la regulación hídrica, la protección de suelos y la provisión de hábitat para especies nativas. Estos cobeneficios refuerzan el valor de los proyectos ARR como soluciones basadas en la naturaleza que contribuyen tanto a los compromisos climáticos como al desarrollo sostenible.

En este contexto, la presente Metodología proporciona a los titulares de proyectos un marco técnico riguroso para cuantificar de manera transparente, verificable y conservadora las remociones de GEI derivadas de actividades ARR.

La Metodología establece los procedimientos para la identificación del escenario de línea base, la demostración de adicionalidad, la estratificación, la cuantificación de remociones netas y fugas, la gestión de la incertidumbre, los riesgos de reversión y permanencia, así como los requisitos de monitoreo, aseguramiento de calidad y uso opcional de tecnologías de monitoreo continuo (D-MRV). Con ello, se garantiza que los resultados sean consistentes y comparables, y que reflejen de manera integral la contribución de los proyectos ARR a la integridad ambiental.

2 Objetivo

Esta metodología establece los requisitos técnicos y procedimentales para la cuantificación, monitoreo y verificación de las remociones netas de gases de efecto invernadero (GEI) atribuibles a actividades de forestación, reforestación y revegetalización (ARR), asegurando consistencia con los principios de conservatismo y el reporte de contribuciones al desarrollo sostenible.

En este contexto, el objetivo de esta metodología es proveer:

- (a) Las condiciones de aplicabilidad y los criterios de elegibilidad de las áreas de proyecto, en coherencia con las directrices del ESTÁNDAR BIOCARBON, las políticas y regulaciones nacionales vigentes, y las prioridades establecidas por el país anfitrión;
- (b) Los requisitos para la identificación del escenario de línea base y la demostración de adicionalidad;

- (c) Los procedimientos para la estimación de las remociones de GEI, incluyendo la identificación, cuantificación y manejo de las fugas relevantes, aplicando criterios conservadores y transparentes;
- (d) Las condiciones y métodos relacionados con el manejo de la incertidumbre, incluyendo los procedimientos para su identificación, cuantificación, documentación y ajuste conservador cuando corresponda;
- (e) Las condiciones para la evaluación y gestión de los riesgos de reversión, a fin de respaldar la permanencia de las reducciones y remociones certificadas;
- (f) Los requisitos de monitoreo, reporte y verificación (MRV), incluyendo la publicación de información clave, la georreferenciación de las áreas de proyecto y la trazabilidad de las unidades emitidas en el registro de BIOCARBON;
- (g) Los procedimientos de control y aseguramiento de la calidad (QA/QC) de la información recopilada y reportada.

3 Fuentes

Esta metodología se basa en:

AR-ACM0003 A/R Large-scale Consolidated Methodology Afforestation and reforestation of lands except wetlands Version 02.0 UNFCCC (2013a).

AR-AM Tool 12. v3.1. A/R Methodological tool Estimation of carbon stocks and change in carbon stocks in dead wood and litter in A/R CDM project activities UNFCCC (2015a).

AR-AM Tool 14. v4.2. Methodological tool Estimation of carbon stocks and change in carbon stocks of trees and shrubs in A/R CDM project activities UNFCCC (2015b).

AR-AM Tool 15. v2.0. A/R Methodological tool Estimation of the increase in GHG emissions attributable to displacement of pre-project agricultural activities in A/R CDM project activity UNFCCC (2013b).

AR-AM Tool 08. v4.0. A/R Methodological Tool Estimation of non-CO₂ GHG emissions resulting from burning of biomass attributable to an A/R CDM project activity UNFCCC (2011a).

AR-AM Tool 16. A/R Methodological Tool for estimation of change in soil organic carbon stocks due to the implementation of A/R CDM project activities UNFCCC (2011b).

AR-AM Tool 03. v2.1. A/R Methodological Tool Calculation of the number of sample plots for measurements within A/R CDM project activities UNFCCC (2010).

AR-AM Tool 18. v01.0.1. A/R Methodological Tool Demonstrating appropriateness of volume equations for estimation of aboveground tree biomass in A/R CDM project activities UNFCCC (2012).

4 Versión y validez

Este documento constituye la Consulta pública de la Versión 5.0. 25 de septiembre de 2025.

Este documento metodológico podrá ser actualizado periódicamente como parte del proceso de revisión y mejora continua. Los usuarios previstos deberán asegurarse de emplear la versión más reciente del documento al momento de iniciar un nuevo proyecto o someterse a validación. Los proyectos ya registrados podrán continuar aplicando la versión con la cual fueron validados, salvo que decidan adoptar voluntariamente una versión posterior publicada oficialmente.

5 Alcance

El alcance de la presente Metodología comprende las actividades de forestación, reforestación, revegetalización y aquellas acciones de restauración, rehabilitación y recuperación de ecosistemas que resulten en aumentos verificables de reservas de carbono.

La Metodología establece los procedimientos para cuantificar, monitorear y verificar las remociones netas de GEI derivadas del incremento de biomasa y de los cambios en las reservas de carbono en biomasa aérea, biomasa subterránea, materia orgánica muerta y carbono en suelos, así como las emisiones asociadas a fugas atribuibles a las actividades del proyecto, incluyendo desplazamiento de actividades, desvío de biomasa, efectos de mercado y otras fuentes relevantes que puedan generar incrementos en emisiones de GEI fuera de los límites del proyecto.

El alcance incluye la aplicación de las herramientas oficiales de BIOCARBON relacionadas con la determinación de línea base y adicionalidad, el manejo de la incertidumbre, la gestión de riesgos de reversión y permanencia, el control de fugas y la contribución al desarrollo sostenible.

Los proyectos que apliquen esta Metodología deberán identificar y reportar sus contribuciones al desarrollo sostenible, utilizando la Herramienta de Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de BIOCARBON. Dichos resultados deberán documentarse en el Documento de Proyecto y ser objeto de verificación periódica, como parte de los reportes de monitoreo.

Quedan excluidas de esta Metodología las actividades implementadas en humedales, suelos orgánicos o en áreas donde no sea posible demostrar adicionalidad de manera verificable.

Los límites temporales de los proyectos que apliquen esta Metodología se definen de acuerdo con los periodos de cuantificación establecidos en el ESTÁNDAR BIOCARBON.

6 Condiciones de aplicabilidad

Esta Metodología es aplicable a actividades de forestación, reforestación y revegetalización, incluyendo la restauración, rehabilitación y recuperación de ecosistemas, orientadas a la remoción y almacenamiento de carbono en biomasa y suelos, siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

- (a) Las áreas, en los límites geográficos del proyecto, no corresponden a la categoría de bosque (de acuerdo con la definición nacional adoptada por el país en el que se propone la actividad de proyecto), ni a coberturas vegetales naturales diferentes a bosque, al inicio de las actividades del proyecto ni cinco años antes de la fecha de inicio del proyecto¹;
- (b) Las actividades del proyecto no generan transformación, ni conversión, de ecosistemas naturales. Quedan excluidas aquellas intervenciones que pueden ocasionar pérdida neta de biodiversidad, degradación de hábitats, disminución de caudales o pérdida significativa de agua superficial o subterránea, o cualquier otro impacto ambiental negativo irreversible;
- (c) Las áreas en los límites geográficos del proyecto no corresponden a la categoría de humedales y no contienen suelos orgánicos, evitando así riesgos de emisiones adicionales por drenaje o degradación y garantizando la conservación de estos ecosistemas sensibles;
- (d) Las actividades del proyecto no deberán emplear riego por inundación ni prácticas de manejo hídrico que generen condiciones anaeróbicas permanentes en los suelos, con el fin de evitar emisiones adicionales de gases de efecto invernadero y garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico;
- (e) Las actividades de proyecto no incluyen la siembra y/o manejo de especies reportadas como invasoras². Asimismo, deberá garantizarse que las especies utilizadas no generen pérdida de biodiversidad, alteraciones negativas en el ciclo hidrológico ni impactos adversos sobre los ecosistemas y comunidades locales;
- (f) En el caso de áreas bajo protección legal, las actividades del proyecto serán elegibles únicamente si el titular del proyecto demuestra que las intervenciones de restauración o manejo generan remociones de GEI adicionales y verificables, más allá de lo exigido por la normativa vigente.

¹ Excepto para los casos en los que las actividades en el proyecto corresponden a restauración, rehabilitación y recuperación.

² <https://www.gisp.org/>

7 Referencias normativas

Las siguientes referencias deberán utilizarse para la implementación de esta metodología:

- (a) *El ESTÁNDAR BIOCARBON, incluyendo todos los requisitos del programa, las condiciones de elegibilidad y los procedimientos aplicables para las actividades de mitigación de GEI;*
- (b) *Las Directrices del IPCC 2003, 2006 y 2019 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Volumen 4. Agricultura, silvicultura y otros usos del suelo, o aquellas que las modifiquen o actualicen;*
- (c) *La legislación nacional aplicable en materia de GEI y las regulaciones de uso de la tierra;*
- (d) *Las decisiones relevantes de la CMNUCC, de ICAO-CORSIA (OACI, s.f.), y de los mecanismos del Artículo 6 del Acuerdo de París (UNFCCC, 2015)³;*
- (e) *ISO 14064-2 e ISO 14064-3, para la cuantificación y verificación de GEI a nivel de proyecto.*

Asimismo, esta metodología deberá aplicarse en conjunto con el ESTÁNDAR BCR (2025b) y con todas las herramientas oficiales emitidas por BIOCARBON que resulten aplicables. Las siguientes herramientas son de carácter obligatorio y deberán aplicarse en su totalidad, de acuerdo con el alcance y las características del proyecto:

- (a) Herramienta de Línea Base y Adicionalidad BioCarbon (2025d);
- (b) Herramienta de Permanencia y Gestión de Riesgo de Reversión (2025f);
- (c) Herramienta de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) (2025e);
- (d) Herramienta de Evaluación de Incertidumbre (2025c);
- (e) Herramienta para Evitar la Doble Contabilidad (ADC) (2025a);
- (f) Herramienta de Salvaguardas de Desarrollo Sostenible (SDSs) (2025h);
- (g) Herramienta de Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) BioCarbon (2025i).

Estas herramientas forman parte del marco normativo del ESTÁNDAR BIOCARBON. No se permite su aplicación selectiva ni su modificación. Mediante la documentación del proyecto, el titular deberá demostrar la aplicación completa y consistente de cada herramienta, en su

³ Cuando los resultados de mitigación estén destinados a la transferencia internacional en el marco del Artículo 6, el Documento de Proyecto y los Reportes de Monitoreo deberán incluir: (i) la autorización de la Parte Anfitriona, (ii) la indicación del alcance “dentro/fuera de la NDC”, y (iii) la evidencia de que la Parte Anfitriona aplicará los ajustes correspondientes, de conformidad con la Herramienta ADC de BioCarbon y los procedimientos del registro.

versión más reciente al momento de la validación o verificación. El incumplimiento de estos instrumentos resultará en la inelegibilidad para la certificación, el registro, o la emisión de créditos.

BIOCARBON se reserva el derecho de desarrollar, aprobar y publicar herramientas adicionales, formatos o documentos de orientación que complementen el ESTÁNDAR BCR y sus metodologías. Cualquier instrumento de este tipo, una vez oficialmente emitido y publicado por el administrador del Programa, se considerará vinculante y deberá ser aplicado por todos los titulares de proyectos a partir de su fecha de entrada en vigor, salvo que se indique lo contrario en disposiciones transitorias.

8 Términos y definiciones

Actividades de forestación, reforestación y revegetalización (ARR)

Son acciones de mitigación de GEI, en el sector AFOLU, basadas en actividades agrícolas y forestales. Estas pueden incluir: sistemas silvopastoriles (pastos y árboles plantados), sistemas agroforestales (cultivos agroforestales), plantaciones comerciales (plantaciones forestales), y otras herramientas de manejo del paisaje, así como otros cultivos, siempre y cuando se desarrollen en áreas diferentes a bosque natural o coberturas vegetales naturales diferentes a bosque⁴.

Las actividades ARR también pueden incluir acciones conducentes a la restauración ecológica de ecosistemas degradados, tales como: (a) restauración, (b) rehabilitación y, (c) recuperación.

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 proyecto.

En el sector AFOLU, para los proyectos diferentes a REDD+, la adicionalidad es el efecto de la actividad de proyecto para aumentar las remociones netas reales de GEI por los sumideros, por encima de la suma de los cambios en las reservas de carbono en los reservorios de carbono dentro de los límites del proyecto, que habrían ocurrido en ausencia de la actividad de proyecto.

Fuente: Adaptado del Glosario del MDL UNFCCC (2015).

⁴ Los nombres en paréntesis corresponden a las definiciones contenidas en CORINE Land Cover.

AFOLU (Sector de agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra)

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 del suelo.

Árboles plantados y cultivos

El área ocupada por arreglos espaciales que combinan cultivos y plantaciones de árboles (madera, leña, frutales, resinas, entre otros). Su característica principal es que un mayor nivel de detalle no implica la subdivisión en unidades puras, ya que se encuentran combinados en la misma área, alternando hileras de árboles con cultivos.

Áreas elegibles

Áreas que cumplen con la condición de ausencia de bosque o cobertura natural diferente a bosque, en las fechas de referencia establecidas por el ESTÁNDAR BIOCARBON.

Es decir, las áreas en los límites geográficos del proyecto no corresponden a la categoría de bosque o cobertura natural diferente a bosque⁵, ni al inicio de las actividades del proyecto, ni cinco años antes de la fecha de inicio del proyecto.

Para las áreas en las cuales se propongan actividades de restauración ecológica, rehabilitación ecológica y recuperación ecológica, las áreas elegibles deben determinarse mediante el análisis de uso del suelo, para las mismas fechas de referencia. Sin embargo, estas no deben demostrar, necesariamente, el cumplimiento de la definición de bosque.

Si desde la validación se incluye el análisis de elegibilidad en el total de los límites del proyecto, el titular del proyecto de GEI debe demostrar la elegibilidad cinco años antes y a la fecha de inicio de las actividades del proyecto.

En el caso de que se incluyan posteriormente áreas, que no fueron incluidas en el análisis inicial (en validación), para demostrar la elegibilidad de las áreas en los límites del proyecto, deben identificarse las coberturas de la tierra, en todas y cada una de las fechas en las cuales se establecen las actividades ARR.

Bosque Natural (Bosque)

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 del 10 al 30% y con árboles que pueden alcanzar una altura mínima de entre 2 y 5 metros (m) a su madurez in situ. Un bosque puede consistir en formaciones forestales densas, donde los árboles de diversas alturas y el

⁵ De acuerdo con las definiciones nacionales de bosque y de las coberturas vegetales naturales diferentes a bosque

sotobosque cubren una proporción considerable del terreno, o bien en una masa boscosa clara.⁶

El titular del proyecto de GEI debe demostrar la consistencia de los análisis de elegibilidad, de acuerdo con las definiciones nacionales de bosque, siguiendo los criterios definidos por la CMNUCC en su decisión 11/COP.7 UNFCCC (2002).

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.

Para el propósito de esta metodología, el término cambio de uso del suelo también incluye (cuando aplique) la degradación de la cobertura vegetal natural. Igualmente, cuando el cambio de uso del suelo es de cobertura de bosque a otro tipo de cobertura, se denomina deforestación.

Carbono del suelo

Carbono orgánico contenido en suelos minerales y orgánicos (incluyendo la turba) hasta una profundidad dada elegida por el país y aplicada de forma coherente a lo largo de la serie temporal. Las raíces finas vivas de menos de 2 mm (o de otro diámetro elegido por el país para biomasa subterránea) se incluyen con la materia orgánica del suelo cuando no se las puede distinguir de esta última empíricamente.

Fuente: Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero IPCC (2006b).

Coberturas vegetales naturales, diferentes a bosque

Comprende un grupo de coberturas vegetales de tipo natural y producto de la sucesión natural, cuyo hábito de crecimiento es arbustivo y herbáceo, desarrolladas sobre diferentes sustratos y pisos altitudinales, con poca o ninguna intervención antrópica. De acuerdo con CORINE Land Cover, en esta clase se incluyen otros tipos de cobertura tales como las áreas cubiertas por vegetación principalmente arbustiva con dosel irregular y presencia de arbustos, palmas, enredaderas y vegetación de bajo porte.

⁶ UNFCCC. Acuerdo de Marruecos. Disponible en <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/docs/spanish/cop7/cp713a01s.pdf>. El titular del proyecto de GEI debe usar la definición que aplique en su país.

Cultivos agroforestales

Zonas ocupadas por arreglos o combinaciones de cultivos de diferentes especies, con otros de hábitos herbáceos, arbustivos y arbóreos, donde la característica principal de la cobertura es que el aumento en el detalle no implica la subdivisión en unidades puras, porque éstas se encuentran combinadas en la misma área, alternadas por surcos o hileras de árboles con cultivos o de árboles con pastos.

Cultivos y árboles plantados

Cobertura ocupada por arreglos espaciales donde se combinan cultivos con plantaciones arbóreas destinadas a todo tipo de producción (madera, leña, frutales, resinas, etc.); donde la característica principal de la cobertura es que el aumento en el detalle no implica la subdivisión en unidades puras, porque éstas se encuentran combinadas en la misma área, alternadas por surcos o hileras de árboles con cultivos.

Desnitrificación

Es la transformación biológica del nitrato en gas nitrógeno, óxido nítrico y óxido nitroso. La desnitrificación puede darse por dos vías: la de reducción diferenciada del nitrato en condiciones anóxicas. Bajo condiciones aeróbicas, la desnitrificación sigue la vía asimilativa o de acumulación de nitrógeno en la biomasa.

Escenario de línea base

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

Fuente: Adaptado de Glossary CDM terms. Version 10.0 UNFCCC (2015c).

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 fecha de inicio corresponde a la fecha en la cual comienza la implementación de las actividades del proyecto para generar la reducción de emisiones por evitar cambios de uso del suelo en las áreas elegibles, en los límites del proyecto. Éstas pueden ser, por ejemplo, acuerdos con los actores que tienen el derecho de uso del suelo y/o el inicio de las acciones de manejo de las áreas en los límites del proyecto.

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

Incremento de emisiones de GEI fuera de los límites del proyecto, atribuible a sus actividades, incluyendo el desplazamiento de actividades agrícolas o ganaderas, el desvío de biomasa o insumos previamente utilizados, los efectos de mercado y otras fuentes relevantes como transporte o sustitución de prácticas que generen emisiones adicionales.

Herramientas de manejo del paisaje

Las herramientas de manejo del paisaje son elementos del paisaje que constituyen o mejoran el hábitat, incrementan la conectividad funcional o cumplen simultáneamente con estas funciones para la biodiversidad nativa. Las herramientas de manejo del paisaje pueden incluir corredores biológicos y de conservación y cercas vivas.

Los corredores (biológicos y de conservación) constituyen herramientas de manejo del paisaje que favorecen el movimiento y el intercambio genético entre poblaciones locales aisladas espacialmente, por efectos de la fragmentación y pérdida de hábitat. Pueden constituirse siguiendo rutas naturales de dispersión y migración, como cursos de agua, o ser constituidos mediante estrategias de restauración sobre zonas abiertas. Los corredores biológicos pueden ser remanentes cuando se conserva la conexión entre parches de bosque o, restaurados cuando son nuevamente establecidos.

Las cercas vivas son una herramienta clave para incrementar la conectividad estructural, el aprovisionamiento de recursos y la disminución de costos de mantenimiento de cercas. Con las cercas vivas se busca generar las mayores y más eficientes conexiones posibles de los fragmentos de bosque, como en áreas fuertemente limitadas, sin alterar a gran escala las actividades productivas existentes. Las cercas vivas disminuyen la presión sobre los bosques al disminuir la demanda de maderas finas.

Humedales

Los humedales son ecosistemas permanente o estacionalmente saturados de agua, incluyendo manglares, marismas intermareales y praderas marinas, en los cuales el encharcamiento crea condiciones anaeróbicas que favorecen el almacenamiento de carbono a largo plazo en los suelos y sedimentos. Para los fines de esta metodología, los humedales se definen de conformidad con la Convención de Ramsar (1987) y las Directrices del IPCC (2006, Suplemento de Humedales 2013, Refinamiento 2019).

En el contexto de ecosistemas de alta montaña, esta definición se aplica específicamente a humedales altoandinos, bofedales, turberas y otros sistemas hídricos similares.

Materia orgánica del suelo

Según la FAO (2019) *“la materia orgánica del suelo comprende todos los materiales orgánicos de origen vegetal o animal, descompuestos, parcialmente descompuestos y no descompuestos. Es generalmente sinónimo de humus, aunque este último es más comúnmente usado para referir a la materia orgánica bien descompuesta, denominada sustancias húmicas. La materia orgánica del suelo es un indicador primario de calidad de suelo”*.

Pastos y árboles plantados

Cobertura ocupada por arreglos espaciales donde se combinan pastos destinados a ganadería con plantaciones arbóreas destinadas a todo tipo de producción (madera, leña, frutales, resinas, etc.), frecuentemente llamados silvopastoriles; la característica principal de esta cobertura radica en que el aumento en el detalle no implica la subdivisión en unidades puras, porque éstas se encuentran combinadas en la misma área, alternadas por surcos o hileras de árboles con pastos.

Plantación forestal

Son coberturas constituidas por plantaciones de vegetación arbórea, realizada por la intervención directa del hombre con fines de manejo forestal. En este proceso se constituyen rodales forestales, establecidos mediante la plantación y/o la siembra durante el proceso de forestación o reforestación, para la producción de madera (plantaciones comerciales) o de bienes y servicios ambientales (plantaciones protectoras).

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 GEI.

[FUENTE: ISO 14064-3:2019(es), 3.4.1.]

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 liberarlos.

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.

[FUENTE: ISO 14064-3:2019(es), 3.3.5]

Restauración ecológica

La restauración ecológica es el proceso de asistir a la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido, con el fin de restablecer su integridad, salud y sostenibilidad. De acuerdo con la Sociedad para la Restauración Ecológica (SER, 2019), este proceso busca recuperar la composición, estructura y funcionalidad del ecosistema, fortalecer su resiliencia y asegurar la provisión de servicios ecosistémicos, en armonía con el contexto social, cultural y económico en el que se desarrolla.

Suelos orgánicos

De acuerdo con la definición de IPCC (2014), los suelos orgánicos son aquellos con un alto contenido de carbono orgánico, típicamente $\geq 12\%$ en peso, formados bajo condiciones de mal drenaje y saturación de agua, como en turberas, manglares y marismas intermareales. Estos suelos almacenan grandes cantidades de carbono en condiciones anaeróbicas y son altamente vulnerables a emisiones de GEI cuando son drenados, degradados o convertidos. Para los fines de esta metodología, los suelos orgánicos deberán ser identificados y contabilizados de acuerdo con las Directrices del IPCC (2006).

Territorios agrícolas

Los territorios agrícolas son los terrenos dedicados principalmente a la producción de alimentos, fibras y otras materias primas industriales, ya sea que se encuentren con cultivos, con pastos, en rotación y en descanso o barbecho. Comprende las áreas dedicadas a cultivos permanentes, transitorios, áreas de pastos y las zonas agrícolas heterogéneas, en las cuales también se pueden dar usos pecuarios además de los agrícolas.

Titular del proyecto de GEI (Proponente del proyecto de gases de efecto invernadero)
individuo u organización que tiene control y responsabilidad totales de un proyecto de GEI.

[FUENTE: ISO 14064-2:2019(es), 3.3.2.]

9 Reservorios y fuentes de GEI

9.1 Reservorios de GEI

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, materia orgánica muerta, hojarasca y carbono orgánico del suelo. Sin embargo, los titulares de los proyectos de GEI pueden elegir no tener en cuenta uno o más reservorios de carbono siempre y cuando proporcionen información transparente y verificable y demuestren que tal elección no conducirá a un aumento en las remociones de GEI, cuantificadas por el proyecto.

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

Tabla 1. Selección de los reservorios de GEI

	Depósito de carbono	Seleccionado (Sí/No)	Justificación
Escenario de línea base	Biomasa aérea	Sí	En el escenario de línea base se consideran los cambios esperados en la biomasa existente en ausencia del proyecto.
	Biomasa subterránea	Sí	Se incluyen únicamente si se espera variación significativa en ausencia del proyecto.
	Materia orgánica muerta y hojarasca	Opcional	Se incluyen si las condiciones de la línea base sugieren cambios medibles en estos reservorios.
	Carbono orgánico del suelo	Opcional	Se incluyen si las condiciones de la línea base sugieren cambios en el COS.
Escenario con proyecto	Biomasa aérea	Sí	Se espera que debido a las actividades del proyecto las reservas de carbono en este reservorio aumenten.

	Depósito de carbono	Seleccionado (Sí/No)	Justificación
	Biomasa subterránea	Sí	Se espera un incremento proporcional al crecimiento de biomasa aérea, de acuerdo con factores raíz-biomasa aérea.
	Materia orgánica muerta y hojarasca	Opcional	Las reservas de carbono en este reservorio pueden aumentar debido al crecimiento de biomasa y mortalidad natural de los individuos.
	Carbono orgánico del suelo	Opcional	Puede aumentar debido a la acumulación de materia orgánica en las áreas intervenidas.

9.2 Fuentes de GEI

Las fuentes de emisión y los GEI asociados, se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Fuentes de emisión y GEI seleccionados

	Fuente	GEI	Seleccionado (Sí/No)	Justificación
Escenario de línea base	Combustión de biomasa leñosa	CO ₂	No	No se contabiliza CO ₂ en ausencia del proyecto (se asume balanceado con absorción).
		CH ₄	No	No se considera en ausencia de intervención de proyecto.
		N ₂ O	No	No se considera en ausencia de intervención de proyecto.
Escenario con proyecto		CO ₂	No	Las emisiones de CO ₂ por quema se consideran parte del ciclo biogénico.
		CH ₄	Sí	Si ocurre preparación de sitio con quema, se cuantifican estas emisiones.
		N ₂ O	Sí	Si ocurre preparación de sitio con quema, se cuantifican estas emisiones.

10 Áreas elegibles para actividades ARR

Para las actividades diferentes a restauración, recuperación y rehabilitación, el titular del proyecto de GEI debe demostrar que las áreas en los límites geográficos del proyecto no corresponden a la categoría de bosque, ni a coberturas vegetales naturales diferentes a bosque, al inicio de las actividades del proyecto, ni cinco años antes de la fecha de inicio del proyecto.

Esto debe demostrarse mediante el análisis multitemporal de coberturas de la tierra (en escalas 1:10.000 o superiores), para la fecha de inicio del proyecto y cinco años atrás (contando desde la fecha de inicio del proyecto), de acuerdo con las clasificaciones de uso y/o cobertura de la tierra que apliquen para el país en el cual se proponen las actividades del proyecto. Adicionalmente, debe identificarse la cobertura de la tierra para cada fecha de siembra de las áreas en el proyecto, si el análisis no se desarrolló para todas las áreas en el proyecto, al momento de la validación.

Los insumos cartográficos para la identificación de las coberturas/ usos del suelo y el proceso metodológico para la generación de la información sobre los cambios en el uso del suelo deben basarse en información confiable, 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 del suelo aplicables en el país en el cual se encuentre 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.

Ahora bien, para actividades diferentes a restauración ecológica (incluyendo recuperación y rehabilitación) para la identificación y selección de áreas elegibles, el titular del proyecto debe proveer evidencia de que la tierra en los límites del proyecto, al inicio del proyecto y cinco años atrás de la fecha de inicio⁷:

- (a) no se encuentra cubierta por bosque ni coberturas vegetales naturales diferentes a bosque; y
- (b) no se encuentra temporalmente sin bosques o coberturas vegetales naturales diferentes a bosque, como un resultado de intervención humana tal como cosechas o causas naturales, o no se encuentra cubierta por coberturas naturales en estados juveniles, los cuales pudieran alcanzar una densidad de copas o una altura igual a los valores nacionales y las cuales tengan el potencial de convertirse a bosques sin intervención humana.

10.1 Requerimientos de la información geográfica para el análisis de elegibilidad

Para demostrar la elegibilidad de las tierras, los titulares del proyecto de GEI deben llevar a cabo un análisis multitemporal de imágenes de satélite, a través de lo cual se determinan los

⁷ Adaptado de la herramienta MDL "A/R Methodological tool Demonstration of eligibility of lands for A/R CDM project activities" Version 2.0. UNFCCC (2013c).

cambios en las coberturas de uso de la tierra, siguiendo las metodologías de actualización de estudios de cobertura de la tierra del país en el que se proponen las actividades de proyecto.

11 Proyectos agrupados e inclusión de nuevas áreas

En el caso de proyectos agrupados, los titulares del proyecto podrán añadir áreas bajo las siguientes condiciones:

- (a) El titular del proyecto deberá identificar durante la validación los criterios y procedimientos para la inclusión de nuevas áreas, los cuales deberán ser consistentes con lo dispuesto en el ESTÁNDAR BIOCARBON y en la presente Metodología.
- (b) Una nueva área podrá ser incorporada únicamente si cumple, como mínimo, con los siguientes criterios:
 - i) Cumplir con las directrices del ESTÁNDAR BCR en su versión más reciente;
 - ii) Cumplir con todos los requisitos aplicables de la presente Metodología;
 - iii) Corresponder exclusivamente a las actividades de proyecto validadas;
 - iv) Implementar actividades ARR de acuerdo con el Documento de Proyecto validado;
 - v) Demostrar que la adicionalidad, la tenencia de la tierra y el escenario de línea base son consistentes con las descripciones del Documento de Proyecto;
 - vi) Tener una fecha de inicio posterior a la de las áreas inicialmente validadas;
 - vii) No traslapar con áreas incluidas en otros proyectos registrados en el sector AFOLU.
- (c) La adición de nuevas áreas deberá realizarse en el marco de un evento de verificación, y el Documento de Proyecto deberá actualizarse para reflejar las áreas incorporadas.
- (d) El período de cuantificación de las nuevas áreas no podrá extenderse más allá del período aprobado para el proyecto original.
- (e) Las nuevas áreas deberán ser incluidas dentro de los primeros cinco (5) años posteriores al registro del proyecto, salvo que la legislación nacional o la autoridad competente establezcan un plazo diferente.

12 Escenario de línea base y adicionalidad

Para determinar el escenario de línea base y demostrar adicionalidad, el titular del proyecto debe aplicar la Herramienta de Línea Base y Adicionalidad de BIOCARBON (2025C), en su versión más reciente.

12.1 Línea base

El escenario de línea base es la situación que representa de manera razonable y verificable las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero (GEI) en ausencia de la implementación del proyecto. La identificación del escenario de línea base debe dar cumplimiento a lo siguiente:

- (a) El escenario deberá considerar los usos históricos y actuales del suelo, las tendencias de cambio de cobertura, la dinámica socioeconómica y las políticas vigentes;
- (b) Los supuestos, datos y parámetros empleados deberán documentarse de manera transparente, incluyendo las fuentes de información y las justificaciones técnicas;
- (c) El escenario de línea base deberá ser consistente con la planificación nacional y subnacional en materia de uso del suelo y cambio climático, y no podrá contradecir compromisos ya asumidos en las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC) u otros instrumentos oficiales.

12.2 Adicionalidad

El titular de proyecto deberá demostrar adicionalidad aplicando los procedimientos establecidos en la *Herramienta de Línea Base y Adicionalidad* (2025C). Para ello, deberán cumplirse los siguientes criterios:

- (a) Las actividades implementadas no deberán estar obligadas por la normativa vigente en el país anfitrión;
- (b) El titular de proyecto deberá demostrar la existencia de barreras financieras, tecnológicas, institucionales o de mercado que impidan la implementación del proyecto en ausencia del financiamiento por carbono;
- (c) El proyecto deberá diferenciarse de las prácticas predominantes en la región, evidenciando que sin la intervención propuesta las actividades de restauración, reforestación o revegetalización no se llevarían a cabo a escala significativa;

- (d) El titular del proyecto deberá demostrar que los ingresos derivados de la venta de créditos de carbono son determinantes para superar las barreras identificadas y permitir su implementación.

13 Cuantificación de las remociones de GEI

13.1 Estratificación

Si la distribución de la biomasa, en las áreas del proyecto (o debida a las actividades del proyecto) no es homogénea, debe llevarse a cabo un proceso de estratificación, con el propósito de mejorar la precisión con respecto a las estimaciones de biomasa en el proyecto.

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 remociones de GEI. En particular:

- (a) Para el escenario de línea base, usualmente es suficiente estratificar el área de acuerdo con las categorías de uso del suelo, en el área del proyecto;
- (b) Para el escenario con proyecto, la estratificación puede basarse en los planes de establecimiento de los cultivos (especie / año de siembra).

13.2 Remociones de GEI en el escenario de línea base

Para considerar las remociones de GEI, en el escenario de línea base, deben considerarse las coberturas en el área del proyecto (definidas con las categorías de uso del suelo).

De acuerdo con lo establecido en la herramienta metodológica, útil para calcular los cambios en las reservas de carbono de árboles y arbustos en actividades de proyecto de forestación y reforestación⁸, las reservas de carbono en el escenario de línea base pueden ser contabilizados como cero, si se cumplen las siguientes condiciones:

- (a) Los árboles presentes, antes del inicio de la actividad de proyecto, no se cosechan, ni se eliminan a lo largo del tiempo que dura proyecto;
- (b) Los árboles presentes, antes del inicio de la actividad de proyecto, no sufren mortalidad por la competencia de los árboles plantados por el proyecto, o daños debidos a la implementación de la actividad de proyecto, en ningún momento durante el tiempo que dura el proyecto;

⁸ UNFCCC (2015b).

- (c) Los árboles presentes, antes del inicio de la actividad de proyecto, no se incluyen con los árboles del proyecto, en el monitoreo (y cuantificación) de las reservas de carbono.

Si estas condiciones no se cumplen, las remociones en el escenario de línea base pueden ser calculadas como sigue:

$$\Delta C_{LB,t} = \Delta C_{ARB_{LB},t} + \Delta C_{ARBUST_{LB},t} + \Delta C_{MM_{LB},t} + \Delta C_{HOJ_{LB},t} \quad \text{Ecuación (1)}$$

Donde:

$\Delta C_{LB,t}$	=	Remociones de GEI por los sumideros, en el escenario de línea base, en el año t; t CO ₂ -e
$\Delta C_{ARB_{LB},t}$	=	Cambios en las reservas de carbono, en el escenario de línea base, por la biomasa de árboles dentro de los límites del proyecto en el año t, estimadas con la herramienta “Estimación de los cambios en las reservas de carbono de árboles y arbustos en actividades de proyecto F/R MDL”; t CO ₂ -e
$\Delta C_{ARBUST_{LB},t}$	=	Cambios en las reservas de carbono, en el escenario de línea base, por la biomasa de arbustos dentro de los límites del proyecto en el año t, estimadas con la herramienta “Estimación de los cambios en las reservas de carbono de árboles y arbustos en actividades de proyecto de F/R MDL”; t CO ₂ -e
$\Delta C_{MM_{LB},t}$	=	Cambios en las reservas de carbono en la madera muerta, dentro de los límites del proyecto, en el año t, estimados mediante la herramienta “Estimación de las reservas de carbono y cambio en las reservas de carbono de madera muerta y hojarasca en actividades de proyectos F/R MDL”; t CO ₂ -e
$\Delta C_{HOJ_{LB},t}$	=	Cambios en las reservas de carbono en la hojarasca, dentro de los límites del proyecto, en el año t, estimados mediante la herramienta “Estimación de las reservas de carbono y cambio en las reservas de carbono de madera muerta y hojarasca en actividades de proyectos F/R MDL”; t CO ₂ -e

13.3 Remociones de GEI en el escenario con proyecto

Las emisiones resultantes de la remoción de vegetación herbácea, de la combustión de combustibles fósiles, de la aplicación de fertilizantes, del uso de biomasa leñosa, de la descomposición de hojarasca y raíces finas de las especies fijadoras de Nitrógeno, de la construcción de vías de acceso al interior de los límites del proyecto, así como las emisiones

debidas al transporte, como actividad del proyecto, pueden ser consideradas insignificantes y, por lo tanto, cuantificadas como cero.

La estimación de las remociones considera los cambios en las reservas de carbono en el área del proyecto, menos las emisiones de GEI diferentes a CO₂ en los límites del proyecto, como resultado de las actividades del proyecto. Las remociones de GEI por los sumideros deben ser calculadas como sigue:

$$\Delta C_{ACTUAL,t} = \Delta C_t - GEI_{E,t} \quad \text{Ecuación (2)}$$

Donde:

- $\Delta C_{ACTUAL,t}$ = Remociones actuales netas de GEI por los sumideros, en el año t ; t CO₂-e
- ΔC_t = Cambios en las reservas de carbono en el proyecto, ocurridos en los reservorios seleccionados, en el año t ; t CO₂-e
- $GEI_{E,t}$ = Incremento en las emisiones de GEI, diferentes a CO₂, dentro de los límites del proyecto, como resultado de las actividades del proyecto, en el año t ; calculadas con la herramienta “Estimación de emisiones de no-CO₂ GEI resultantes de la combustión de biomasa, atribuible a la actividad de proyecto”⁹; t CO₂-e

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

$$\Delta C_{P,t} = \Delta C_{ARB_{PROY,t}} + \Delta C_{ARBUST_{PROY,t}} + \Delta C_{MM_{PROY,t}} + \Delta C_{HOJ_{PROY,t}} + \Delta COS_{A,t}$$

Ecuación (3)

Donde:

- $\Delta C_{P,t}$ = Cambios en las reservas de carbono en el proyecto, que ocurren en los reservorios seleccionados, en el año t ; t CO₂-e.

⁹ Methodological Tool “Estimation of non-CO₂ GHG emissions resulting from burning of biomass attributable to an A/R CDM project activity”. UNFCCC (2011a).

$\Delta C_{ARB_{PROJ},t}$ = Cambios en las reservas de carbono en la biomasa de los árboles en el año t, estimados mediante la herramienta “Estimación de las reservas de carbono y cambio en las reservas de carbono de árboles y arbustos en actividades de proyectos F/R MDL”; t CO₂-e¹⁰

$\Delta C_{ARBUST_{PR}}$ = Cambios en las reservas de carbono en la biomasa de arbustos en el año t, estimados mediante la herramienta “Estimación de las reservas de carbono y cambio en las reservas de carbono de árboles y arbustos en actividades de proyectos F/R MDL”; t CO₂-e

$\Delta C_{MM_{PROJ},t}$ = Cambios en las reservas de carbono en la madera muerta en el año t, estimados mediante la herramienta “Estimación de las reservas de carbono y cambio en las reservas de carbono de madera muerta y hojarasca en actividades de proyectos F/R MDL”; t CO₂-e

$\Delta C_{HOJ_{PROJ},t}$ = Cambios en las reservas de carbono en la hojarasca en el año t, estimados mediante la herramienta “Estimación de las reservas de carbono y cambio en las reservas de carbono de madera muerta y hojarasca en actividades de proyectos F/R MDL”; t CO₂-e

$\Delta COS_{AL,t}$ = Cambios en las reservas de carbono en el carbono orgánico en suelos, en el año t, en las áreas que cumplen con las condiciones de aplicabilidad de la herramienta “Herramienta para estimar el cambio en las existencias de carbono orgánico del suelo debido a la implementación de actividades de proyectos de F/R MDL”¹¹, y estimadas con la misma herramienta; t CO₂-e

13.3.1 Árboles y arbustos

Las existencias de carbono en los arbustos en un momento dado se estiman con base en la cobertura de copas de los arbustos. El área en de los límites del proyecto se estratifica según la cobertura de las copas de los arbustos. Las zonas en las que la cobertura de copas de los arbustos es inferior al 5% se tratan como un único estrato y la biomasa de los arbustos en este estrato se estima como cero.

¹⁰ Methodological Tool “Tool for estimation of change in soil organic carbon stocks due to the implementation of A/R CDM project activities”. UNFCCC (2015b).

¹¹ Methodological Tool “Tool for estimation of change in soil organic carbon stocks due to the implementation of A/R CDM project activities”. UNFCCC (2011b).

Para los estratos con una cobertura de copas de arbustos superior al 5%, las reservas de carbono en los arbustos se estiman de la siguiente manera:

$$C_{ARBUST,t} = \frac{44}{12} \times FC_S \times (1 + R_S) \times \sum_i A_{ARBUST,i} \times b_{ARBUST,i} \quad \text{Ecuación (4)}$$

$$b_{ARBUST,i} = BDR_{SF} \times b_{BOSQUE} \times CC_{ARBUST,i} \quad \text{Ecuación (5)}$$

Donde:

$C_{ARBUST,t}$ = Reservas de carbono en arbustos, en los límites del proyecto, en un momento dado del tiempo en el año t; t CO₂-e

FC_S = Fracción de carbono en la biomasa de arbustos; t C (t.d.m.)⁻¹.

Se utiliza un valor por defecto de 0,47 a menos que se pueda proporcionar información transparente y verificable que justifique un valor diferente.

R_S = Relación biomasa aérea-biomasa de raíces para arbustos; adimensional

Se utiliza un valor por defecto de 0,40 a menos que se pueda proporcionar información transparente y verificable que justifique un valor diferente.

$A_{ARBUST,i}$ = Área estrato i, para la estimación de la biomasa de arbustos; ha

$b_{ARBUST,i}$ = Biomasa de arbustos por hectárea, en el estrato i; t d.m. ha⁻¹

BDR_{SF} = Relación entre la biomasa de arbustos por hectárea en áreas con una cobertura de copas de arbustos de 1,0 (es decir, el 100%) y el contenido por defecto de biomasa aérea por hectárea en los bosques de la región/país donde se localiza la actividad de proyecto; adimensional

Se utiliza un valor por defecto de 0,10 a menos que se pueda proporcionar información transparente y verificable que justifique un valor diferente.

b_{BOSQUE} = Contenido por defecto, de biomasa sobre el suelo en los bosques de la región/país donde se ubica la actividad de proyecto; t d.m. ha⁻¹. Los valores de la Tabla 3A.1.4 de IPCC GPG-LULUCF 2003 deben aplicarse, a menos

que se pueda proporcionar información transparente y verificable que justifique un valor diferente.

$CC_{ARBUST,i}$ = Cobertura de copa de los arbustos en el estrato i de estimación de la biomasa arbustiva en el momento de la estimación, expresada como fracción (por ejemplo, un 10% de cobertura de copa implica $CC_{ARBUST,i}=0,10$); adimensional

13.3.2 Materia orgánica muerta y hojarasca

El carbono en la madera muerta y en la hojarasca debe calcularse partir de lo propuesto en la herramienta “AR TOOL 12 Estimation of carbon stocks and change in carbon stocks in dead Wood and litter in A/R CDM projects activities”¹².

Esta herramienta se basa en los siguientes supuestos:

- (a) Linealidad en el cambio de biomasa en madera muerta y hojarasca durante un período de tiempo. Se puede suponer que el cambio de biomasa en madera muerta y hojarasca continúa, en promedio, a una tasa aproximadamente constante entre dos puntos del tiempo en el cual se estima la biomasa;
- (b) Uso de una relación apropiada entre la biomasa subterránea y la biomasa aérea (R:S).

La herramienta provee procedimientos para determinar los parámetros de la Tabla 3.

Tabla 3. Parámetros materia orgánica muerta y hojarasca

$C_{MM,i,t}$	Reserva de carbono en la madera muerta en el estrato i en un periodo de tiempo determinado del año t ; t CO ₂ e
$\Delta C_{MM,i,t}$	Cambios en las reservas de carbono en la madera muerta en el estrato i en un periodo de tiempo determinado del año t ; t CO ₂ e
$C_{HOJ,i,t}$	Reserva de carbono en la hojarasca en el estrato i en un periodo de tiempo determinado del año t ; t CO ₂ e
$\Delta C_{HOJ,i,t}$	Cambios en las reservas de carbono en la hojarasca en el estrato i en un periodo de tiempo determinado del año t ; t CO ₂ e

Fuente: Herramientas - Metodología AR – ACM0003

¹² CDM-AR Tool 12 de la Metodología AR ACM0003. UNFCCC (2015a).

Las estimaciones de las reservas de carbono en la madera muerta se basan en un valor conservador, por defecto, que relaciona el contenido de carbono (en madera muerta) como un porcentaje del carbono total de la biomasa arbórea, mediante la expresión:

$$C_{MM,i,t} = C_{ARB,i,t} \times DF_{MM} \quad \text{Ecuación (6)}$$

Donde:

- $C_{MM,i,t}$ = Reserva de carbono en la madera muerta en el estrato i en un periodo de tiempo determinado del año t ; t CO₂e
- $C_{ARB,i,t}$ = Reserva de carbono en la biomasa de los árboles del estrato i en un periodo de tiempo determinado del año t ; t CO₂e
- DF_{MM} = Factor por defecto conservador que relaciona la reserva de carbono en la madera muerta como un porcentaje de la reserva de carbono en la biomasa de los árboles, porcentaje.
- i = 1, 2, 3. ... estratos de la biomasa de los árboles.
- t = 1, 2, 3. ... años transcurridos desde que inicio el proyecto

En el caso de no realizar mediciones basadas en muestreo, para la estimación de las reservas de carbono en la hojarasca, se utiliza el método descrito en la herramienta. Para todos los estratos, las reservas de carbono en la hojarasca se estiman como se indica en la ecuación 7, así:

$$C_{HOJ,i,t} = C_{ARB,i,t} \times DF_{HOJ} \quad \text{Ecuación (7)}$$

Donde:

- $C_{HOJ,i,t}$ = Reserva de carbono en la hojarasca en el estrato i en un periodo de tiempo determinado del año t ; t CO₂e
- $C_{ARB,i,t}$ = Reserva de carbono en la biomasa de los árboles del estrato i en un periodo de tiempo determinado del año t ; t CO₂e
- DF_{HOJ} = Factor por defecto conservador que relaciona la reserva de carbono en la hojarasca como un porcentaje de la reserva de carbono en la biomasa de los árboles.
- i = 1, 2, 3. ... estratos de la biomasa arbórea

$t = 1, 2, 3, \dots$ años transcurridos desde el inicio del proyecto

Los valores conservadores, de los factores predeterminados, que expresan las reservas de carbono en madera muerta y hojarasca, como porcentaje de la reserva de carbono en la biomasa de árboles, se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Valores por defecto usados para la estimación del carbono en madera muerta y hojarasca

Dato / Parámetro	CF _{HOJ}			
Unidad	t C t ⁻¹ d.m			
Descripción	Fracción de carbono de biomasa de hojarasca			
Fuente del dato	Valor por defecto IPCC 0,37 t C t ⁻¹ d.m puede ser usado			
Dato / Parámetro	DF _{MM}			
Unidad	Porcentaje			
Descripción	Valor conservador por defecto, que expresa las reservas de carbono en la madera muerta, como porcentaje de las reservas de carbono en la biomasa de árboles			
Fuente del dato	Datos conservadores, por defecto, derivados de Delaney et al. 1997, ¹³ Smith et al. 2006, ¹⁴ Glenday 2008, ¹⁵ Keller et al. 2004, ¹⁶ Eaton and Lawrence 2006, ¹⁷ Krankina and Harmon 1995, ¹⁸ and Clark et al. 2002. ¹⁹			
	Bioma	Elevación	Precipitación	DF _{MM}
	Tropical	<2000m	<1000mm año ⁻¹	2%
	Tropical	<2000m	1000-1600 mm año ⁻¹	1%
	Tropical	<2000m	>1600 mm año ⁻¹	6%
	Tropical	>2000m	Todos	7%
	Templado/ Boreal	Todos	Todos	8%
Dato / Parámetro	DF _{HOJ}			
Unidad	Porcentaje			
Descripción	Valor por defecto, de la relación entre las reservas de carbono en la hojarasca y las reservas de carbono en la biomasa viva de árboles.			

¹³ Delaney, M, et al. (1997).

¹⁴ Smith, J. E., et al. (2006).

¹⁵ Glenday, J. (2008).

¹⁶ Keller, M., et al. (2004).

¹⁷ Eaton, J. M., & Lawrence, D. (2006).

¹⁸ Krankina, O. N., & Harmon, M. E. (1995).

¹⁹ Clark, D. B., et al. (2002)

Fuente del dato	Datos conservadores, por defecto, derivados de las fuentes arriba citadas:			
	Bioma	Elevación	Precipitación	DF _{HOJ}
	Tropical	<2000m	<1000mm yr ⁻¹	4
	Tropical	<2000m	1000-1600 mm yr ⁻¹	1%
	Tropical	<2000m	>1600 mm yr ⁻¹	1%
	Tropical	>2000m	Todos	1%
	Templado/ Boreal	Todos	Todos	4%
Dato / Parámetro	R _j			
Unidad	Adimensional			
Descripción	Relación entre biomasa aérea y biomasa subterránea por especie j			
Fuente del dato	El valor de R _j puede ser calculado mediante la siguiente ecuación:			
	$R_j = \frac{e^{(-1,085+0,9256 \cdot \ln b)}}{b}$			Ecuación (8)
	R _j	Relación raíz-biomasa aérea para la especie j; adimensional		
	b	Biomasa aérea por hectárea (en t d.m. ha ⁻¹),		
	j	1, 2, 3, ... especie		
Fuente: A/R Methodological Tool. “Estimation of carbon stocks and change in carbon stocks of trees and shrubs in A/R CDM project activities”				

Fuente: Herramientas - Metodología AR – ACM0003 UNFCCC (2013a).

13.3.3 Carbono orgánico del suelo (COS)

La estimación de las reservas del carbono orgánico del suelo (COS) se calcula de acuerdo con la Herramienta para la estimación de los cambios en las reservas de carbono orgánico en el suelo, debido a la implementación de actividades de proyecto A/R CDM, versión 1.1.0.

Adicionalmente, para cuantificar el carbono orgánico en el suelo, debe cumplirse lo siguiente:

- (a) La hojarasca permanece en el sitio, es decir, no es removida del área del proyecto; y
- (b) Las alteraciones del suelo, atribuibles a la actividad del proyecto, si las hay:
 - Se realizan de acuerdo con prácticas adecuadas de conservación del suelo
 - La alteración del suelo se limita a la preparación del sitio antes de plantar y no se repite en menos de 20 años;

Se asume que la ejecución de la actividad de proyecto incrementa el contenido de carbono orgánico en el suelo (COS), desde los niveles en el escenario sin proyecto, hasta el nivel que iguala el estado estacionario del contenido de suelo orgánico, en las condiciones de cobertura

natural. También supone que el aumento en el contenido de COS en el escenario del proyecto se lleva a cabo a una tasa constante durante un período de 20 años a partir del año de plantación.

Para estimar los cambios en el carbono orgánico del suelo, en el escenario con proyecto, las áreas en los límites del proyecto deben estratificarse de acuerdo con:

- (a) Región climática y tipo de suelos (Tabla 5)
- (b) Cultivos y manejo del suelo en el escenario de línea base (Tabla 6 y Tabla 7); y
- (c) Manejo de áreas en la categoría de pastos (Tabla 8).

La reserva inicial de Carbono Orgánico del Suelo (COS), al inicio del proyecto, debe ser estimada mediante la siguiente expresión²⁰:

$$COS_{INICIAL,i} = COS_{REF,i} \times f_{LU,i} \times f_{MG,i} \times f_{IN,i} \quad \text{Ecuación (9)}$$

$COS_{INICIAL,i}$	=	COS al inicio de la actividad de Proyecto, en el estrato i de las áreas en el proyecto; t C ha ⁻¹
$COS_{REF,i}$	=	Reserva de referencia COS, correspondiente a la condición con coberturas naturales, por región climática y tipo de suelo aplicable al estrato i de las áreas en el proyecto; t C ha ⁻¹
$f_{LU,i}$	=	Factor de cambio relativo de la reserva, para el uso de suelo de referencia, en el estrato i de las áreas de tierra; sin dimensiones
$f_{MG,i}$	=	Factor de cambio de la reserva, relativo al régimen de manejo de línea base en el estrato i, de las áreas de tierra; sin dimensiones
$f_{IN,i}$	=	Factor de cambio relativo de la reserva para el régimen de insumos de referencia, en el estrato i de las áreas de tierra; sin dimensiones
i	=	1, 2, 3, ... estratos; sin dimensiones

Los valores por defecto para $COS_{REF,i}$, $f_{LU,i}$, $f_{MG,i}$ y $f_{IN,i}$ se encuentran en las Tablas 5 a 8, a menos que se pueda proporcionar información transparente y verificable para justificar el uso de valores diferentes a los presentados en las tablas.

²⁰ Ecuación tomada de la herramienta CDM-AR Tool 16 UNFCCC (201b).

Si se presentan alteraciones al suelo, mayor que el 10% (para cada estrato en la línea base), debe cuantificarse la pérdida de carbono, de la siguiente forma:

$$COS_{PERDIDA,i} = COS_{INICIAL,i} * 0,1 \quad \text{Ecuación (10)}$$

Donde:

$COS_{PERDIDA,i}$ = Pérdidas en el COS, debidas a las alteraciones del suelo, atribuibles a las actividades de proyecto, en el estrato i de las áreas en el proyecto; $t\ C\ ha^{-1}$

$COS_{INICIAL,i}$ = COS al inicio de la actividad de Proyecto, en el estrato i de las áreas en el proyecto; $t\ C\ ha^{-1}$

0,1 = Proporción aproximada de pérdida durante los primeros cinco años desde la preparación del sitio

i = 1, 2, 3, ... estratos en el área del proyecto, sin dimensiones

Tabla 5. Referencia por defecto (en caso de vegetación natural) de existencias de C orgánico (COS_{REF}) para suelos minerales²¹ ($tC\ ha^{-1}$ entre 0 y 30 cm de profundidad)

Región climática	Suelos HAC ^(a)	Suelos LAC ^(b)	Suelos arenosos ^(c)	Suelos espódicos ^(d)	Suelos volcánicos ^(e)
Boreal	68	NA	10	117	20
Templado frío, seco	50	33	34	NA	20
Templado frío, húmedo	95	85	71	115	130
Templado cálido, seco	38	24	19	NA	70
Templado cálido, húmedo	88	63	3	NA	80
Boreal, seco	38	35	31	NA	50
Tropical, húmedo	65	47	39	NA	70
Tropical, muy húmedo	44	60	66	NA	130
Tropical montano	88	63	34	NA	80

(a) Los suelos con minerales arcillosos de alta actividad (HAC, del inglés high activity clay) son entre leve y moderadamente erosionados, dominados por minerales silicato-arcillosos 2:1 en la clasificación de la Base Mundial de Referencia para los Recursos de Suelos: Leptosoles, Vertisoles, Kastanosems, Chernozems, Phaeozems, Luvisoles, Alfisoles, Albeluvisoles, Solonetz, Solonetz, Calcisoles, Gypsisoles, Umbrisoles, Cambisoles, Regosoles; en la clasificación del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, del inglés United States Department of Agriculture): Mollisoles, Vertisoles, Alfisoles con alta saturación de bases, Aridisoles, Inceptisoles).

²¹ Adapted from 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

Región climática	Suelos HAC ^(a)	Suelos LAC ^(b)	Suelos arenosos ^(c)	Suelos espódicos ^(d)	Suelos volcánicos ^(e)
(b) Los suelos con minerales de arcilla de baja intensidad (LAC, del inglés low activity clay) son muy erosionados, con predominio de minerales arcillosos 1:1, hierro amorfo y óxidos de aluminio (en la clasificación de la WRB: Acrisoles, Lixisoles, Nitisoles, Ferralsoles, Durisoles; en la clasificación del USDA: Ultisoles, Oxisoles, Alfisoles ácidos).					
(c) Incluye todos los suelos (independientemente de su clasificación taxonómica) que tienen >70% de arena y <8% de arcilla, en base a análisis de textura estándar (en la clasificación de la WRB: Arenosoles; en la clasificación del USDA: Psamments).					
(d) Suelos que muestran una fuerte podzolización (en la clasificación de la WRB: los Podzoles; en la clasificación del USDA: los Spodosoles).					
(e) Los suelos derivados de cenizas volcánicas con mineralogía alofánica (en la clasificación de la WRB: Andosoles; en la clasificación del USDA: Andisoles).					

Fuente: Herramientas - Metodología AR – ACM0003 UNFCCC (2013a).

La tasa de cambio en el carbono orgánico del suelo, antes de que éste se estabilice se estima con la expresión:²²

$$dCOS_{t,i} = \frac{COS_{REF,i} - (COS_{INICIAL,i} - COS_{PERDIDA,i})}{20 \text{ años}} \text{ for } t_{PREP,i} < t < t_{PREP,i} + 20$$

Ecuación (11)

Donde:

$dCOS_{t,i}$ = Tasa de cambio en el carbono orgánico del suelo en el estrato i, de las áreas del Proyecto, en el año t; t C ha⁻¹ yr⁻¹

$COS_{REF,i}$ = COS de referencia. Corresponde a la condición natural de suelos con características similares; t C ha⁻¹

$COS_{INICIAL,i}$ = Reserva de COS al inicio del Proyecto en el estrato i; t C ha⁻¹

$COS_{PERDIDA,i}$ = Pérdidas en el COS, debidas a las alteraciones del suelo, atribuibles a las actividades de proyecto, en el estrato i de las áreas en el proyecto; t C ha⁻¹

$t_{PREP,i}$ = Año en el cual ocurre la primera perturbación del suelo en el estrato i, del año t.

i = 1, 2, 3. ... estratos del área del Proyecto.

²² CDM-AR Tool16. UNFCCC (2011b).

$t = 1, 2, 3, \dots$ años transcurridos desde el inicio de las actividades del proyecto.

Los factores por defecto, para los cambios relativos en las reservas de carbono, por diferentes actividades de manejo en áreas de cultivo, se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6. Factores por defecto para cambios relativos en las reservas de C orgánico, por actividades de manejo sobre cultivos (neto efectivo durante un periodo de 20 años)

Factor tipo	Nivel	Régimen de temperatura	Régimen de humedad	Valor	Descripción y criterio
Uso del suelo, f_{LU}	Cultivos permanentes	Templado/Boreal	Seco	0,80	Áreas continuamente manejadas con cultivos de más de 20 años
			Húmedo	0,69	
		Tropical	Seco	0,58	
			Húmedo/Muy húmedo	0,48	
		Tropical montano	n/a	0,64	
Uso del suelo, f_{LU}	Cultivos de menos de 20 años o temporales (5 años)	Templado/Boreal y Tropical	Seco	0,93	Áreas que han sido manejadas con cultivos por menos de 20 años y/o áreas en las que los cultivos permanecen por menos de cinco años, en algún punto durante los últimos 20 años
			Húmedo	0,82	
		Tropical montano	n/a	0,88	
Prácticas de manejo, f_{MG}	Labranza completa	Todos	Húmedo/Muy húmedo	1,00	Perturbación del suelo alteración total y / o labranza frecuente (dentro del año).
Prácticas de manejo, f_{MG}	Labranza reducida	Templado/Boreal	Seco	1,02	Labranza completa y/o reducida, pero con alteración reducida del suelo (generalmente poco profunda y sin alteración
			Húmedo	1,08	
		Tropical	Seco	1,09	

Factor tipo	Nivel	Régimen de temperatura	Régimen de humedad	Valor	Descripción y criterio
			Húmedo/Muy húmedo	1,15	total del suelo). Normalmente se deja la superficie con >30% de cobertura por residuos, al momento de la siembra.
		Tropical montano	n/a	1,09	

Fuente: Herramientas - Metodología AR – ACM0003 UNFCCC (2013a).

Tabla 7. Factores para cambios relativos en las reservas de C orgánico, por diferentes niveles de insumos sobre cultivos (neto efectivo durante un periodo de 20 años)

Factor tipo	Nivel	Régimen de temperatura	Régimen de humedad	Valor	Descripción y criterio
Insumo, <i>fIN</i>	Bajo	Templado/Boreal	Seco	0,95	Hay eliminación de residuos (a través de recolección o quema), o frecuente eliminación de barbecho o producción de cultivos que producen pocos residuos (p. ej. verduras, tabaco, algodón) o sin fertilización mineral o fijación de N.
			Húmedo	0,92	
		Tropical	Seco	0,95	
			Húmedo/Muy húmedo	0,92	
		Tropical montano	n/a	0,94	
	Medio	Todos	Húmedo/Muy húmedo	1,00	Todos los residuos del cultivo se devuelven al campo. Si se eliminan los residuos luego se aplica materia orgánica suplementaria (por ejemplo, se agrega estiércol). Además, fertilización mineral o rotación de cultivos fijadores de N.
	Alto – Sin manejo	Templado/Boreal y Tropical	Seco	1,04	Residuos de los cultivos, o mayores insumos para los cultivos debido a prácticas adicionales, como producción alta de residuos por cosecha, uso de abonos verdes, cultivos de cobertura, barbechos mejorados,
			Húmedo/Muy húmedo	1,11	
		Tropical montano	n/a	1,08	

Factor tipo	Nivel	Régimen de temperatura	Régimen de humedad	Valor	Descripción y criterio
					riego, uso permanente con rotaciones anuales de cultivos, pero sin aplicación de estiércol.

Fuente: Herramientas - Metodología AR – ACM0003 UNFCCC (2013a).

Tabla 8. Factores relativos para cambios en las reservas de C orgánico (fLU, fMG y fIN) en pastos manejados (neto efectivo durante un periodo de 20 años)

Factor tipo	Nivel	Régimen climático	Factor	Descripción
Uso del suelo, fLU	Todos	Todos	1,00	El factor para los pastizales permanentes es 1.
Prácticas de manejo, fMG	Pastos no degradados	Todos	1,00	Pastizales no degradados y manejados de manera sostenible, pero sin mejoras significativas en el manejo.
Prácticas de manejo, fMG	Pastos moderadamente degradados	Templado / Boreal	0,95	Pastizales sobre pastoreados o moderadamente degradados, con productividad reducida (en relación con los pastizales naturales o gestionados) y sin aplicación de insumos para manejo y mejoramiento.
		Tropical	0,97	
		Tropical montano	0,96	
Prácticas de manejo, fMG	Severamente degradados	Todos	0,70	Suelos identificados como degradados utilizando la “Herramienta para la identificación de suelos degradados o bajo degradación, para su consideración en la implementación de las actividades del proyecto MDL A/R”
Insumo, fIN	Bajo/Medio	Todos	1,00	El factor para los pastizales sin aporte de fertilizantes es 1

Factor tipo	Nivel	Régimen climático	Factor	Descripción
	Alto	Todos	1,11	Pastizales con aplicación directa de fertilizantes (orgánicos o inorgánicos).

Fuente: Herramientas - Metodología AR – ACM0003 UNFCCC (2013a).

Considerando las incertidumbres y las limitaciones inherentes a la precisión de los factores de estimación empleados, el valor para la tasa de cambio en el COS no se cuenta como mayor de $0,8 \text{ t C ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$, esto es:

$$\text{Si } dCOS_{t,i} > 0,8 \text{ t C ha}^{-1} \text{ año}^{-1}, \text{ entonces } dCOS_{t,i} = 0,8 \text{ t C ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$$

Los cambios en las reservas de carbono orgánico en el suelo, para todos los estratos en las áreas del proyecto, en el año t, son calculados como:

$$\Delta COS_{AL,t} = \frac{44}{12} \times \sum_i A_i \times dCOS_{t,i} \times 1 \text{ año} \quad \text{Ecuación (12)}$$

Donde:

$\Delta COS_{AL,t}$ = Cambio en el carbono orgánico del suelo de las áreas que cumplen con las condiciones de aplicabilidad de la herramienta AR Tool16 de la Metodología AR – ACM0003, en el año t; $\text{t CO}_2\text{-e}$

A_i = Área del estrato i; ha

$dCOS_{t,i}$ = Tasa de cambio del carbono orgánico del suelo en el estrato i; $\text{t C ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$

i = 1, 2, 3, ... estratos en el área del proyecto.

13.4 Fugas

Las fugas se definen como el incremento de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que ocurre fuera de los límites del proyecto, como consecuencia directa o indirecta de sus actividades. El titular de proyecto deberá identificar, documentar y cuantificar todas las fuentes de fugas relevantes, aplicando criterios conservadores y transparentes. Las fugas que deben considerarse incluyen, como mínimo, las siguientes:

(a) Desplazamiento de actividades agrícolas y ganaderas

Cuando las actividades de proyecto impliquen el desplazamiento de actividades agrícolas o ganaderas previas al proyecto, deberá aplicarse 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) UNFCCC (2013b).

Las fugas atribuibles al desplazamiento de estas actividades podrán considerarse 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).

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 el área debe estimarse.

(b) Desvío de biomasa o insumos previamente utilizados

Si la biomasa, residuos o insumos utilizados por el proyecto tenían un uso previo con valor de mercado (ej. leña, forraje, insumo agrícola), deberá evaluarse si el proyecto genera fugas al desplazar dicha demanda hacia otras áreas o actividades.

(c) Efectos de mercado

Cuando el proyecto modifique la oferta de productos (madera, leña, forraje u otros recursos) y exista riesgo de que la presión de la demanda se traslade a otras áreas, deberán identificarse y cuantificarse las emisiones resultantes, siempre que sean significativas y medibles.

(d) Otras fuentes relevantes

Cualquier otra fuente de emisiones indirectas atribuibles a las actividades del proyecto deberá ser identificada y considerada en la cuantificación de fugas, incluyendo, a modo de ejemplo, emisiones por transporte de biomasa, insumos o productos, o por sustitución de prácticas que generen emisiones adicionales fuera del área del proyecto.

Las fugas resultantes de las actividades del proyecto deben estimarse de la siguiente manera:

$$FUGA_t = FUGA_{PROY,t} \quad \text{Ecuación (13)}$$

Donde:

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

$FUGA_{PROY,t}$ = Fugas debidas a las actividades del proyecto; t CO₂-e

13.5 Remociones netas de GEI

Las remociones netas de GEI deben ser calculadas como sigue:

$$\Delta C_{PROY,t} = \Delta C_{ACTUAL,t} - \Delta C_{LB,t} - Fuga_t \quad \text{Ecuación (14)}$$

Donde:

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

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

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

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

14 Manejo de fugas

Además de la cuantificación de las fugas establecida en la Sección 13.4, esta Sección define los requisitos para la identificación, documentación, verificación y gestión de las fugas atribuibles a las actividades del proyecto.

El propósito de esta Sección es asegurar que todas las fuentes relevantes de fugas sean consideradas de manera sistemática y transparente, y que, en caso de incertidumbre, se apliquen enfoques conservadores. De este modo, se garantiza la integridad ambiental de las

reducciones y remociones certificadas, más allá de su simple contabilización en el balance neto de GEI.

14.1 Metodologías y fuentes de referencia

Las fugas deben ser cuantificadas con base en metodologías reconocidas y fuentes de referencia confiables (IPCC 2006, 2019; metodologías y herramientas del MDL/CDM; y las herramientas oficiales de BIOCARBON), utilizando factores de emisión consistentes con la mejor información disponible y aplicando siempre criterios de conservatismo.

14.2 Documentación y trazabilidad

Las fugas deben ser documentadas de manera completa y transparente en el Documento de Proyecto, incluyendo:

- (a) La descripción de la fuente de fuga considerada,
- (b) Los supuestos utilizados,
- (c) Los métodos de estimación aplicados,
- (d) Los parámetros y datos empleados, y
- (e) La justificación de la relevancia o insignificancia de cada fuga.

14.3 Verificación y aseguramiento de la calidad

Las fugas deben ser objeto de verificación periódica como parte del Reporte de Monitoreo. El titular de proyecto deberá conservar y poner a disposición toda la evidencia documental, bases de datos y respaldos técnicos que sustenten las estimaciones realizadas, conforme a los requisitos de trazabilidad y aseguramiento de calidad establecidos en el ESTÁNDAR BCR.

14.4 Manejo de la incertidumbre

Incorporar, en caso de incertidumbre significativa, ajustes conservadores, garantizando que las emisiones debidas a las fugas no sean subestimadas. Dichos ajustes deberán basarse en procedimientos estadísticos reconocidos (ej. intervalos de confianza definidos en la Herramienta de Incertidumbre de BIOCARBON) y aplicarse de manera sistemática en todos los cálculos de fugas.

14.5 Integración en el balance neto

Las fugas deberán ser reportadas de forma consolidada en la estimación de las remociones netas de GEI del proyecto, asegurando la coherencia entre los cálculos de línea base, escenario con proyecto y permanencia.

La aplicación de estos procedimientos de manejo de fugas asegura que todas las emisiones indirectas atribuibles al proyecto se identifiquen, cuantifiquen y reporten de manera transparente, bajo principios de conservatismo y trazabilidad. De esta forma, las fugas se integran de manera coherente en la estimación de las remociones netas de GEI, y se establecen las bases para la aplicación de los requisitos de incertidumbre descritos en la Sección 15 de la presente Metodología.

15 Manejo de la incertidumbre

La gestión de la incertidumbre es un elemento central para garantizar la transparencia, la credibilidad y la integridad ambiental de las remociones de GEI reportadas bajo esta Metodología. Todas las estimaciones deberán realizarse de manera que los resultados sean estadísticamente sólidos, verificables y consistentes con el principio de conservatismo.

15.1 Herramienta de incertidumbre

Todos los cálculos de incertidumbre deberán realizarse aplicando la Herramienta de Incertidumbre (BioCarbon, 2025c), en su versión más reciente. No se permitirá el uso de metodologías alternativas ni de adaptaciones no autorizadas.

15.2 Niveles mínimos de confianza y precisión

El nivel de confianza estadístico mínimo será del 90%, aplicando intervalos de confianza bilaterales.

El margen de error máximo aceptable será del $\pm 10\%$ respecto al valor de las remociones netas de GEI.

En el marco de las buenas prácticas, como las señaladas por IPCC (2006), se considera que el 90% de confianza y un error máximo del 10% constituyen un balance adecuado entre rigor estadístico y viabilidad práctica en proyectos de mitigación basados en muestreo forestal y de suelos.

Este nivel asegura que las estimaciones sean estadísticamente sólidas, conservadoras y verificables, evitando la sobrestimación de las remociones y garantizando la comparabilidad de resultados entre proyectos.

Cuando el error exceda este umbral, el titular de proyecto deberá aplicar una deducción conservadora obligatoria, reduciendo proporcionalmente las remociones reportadas de acuerdo con lo establecido en la Herramienta de Incertidumbre de BIOCARBON.

15.3 Diseño de muestreo y mediciones

El titular de proyecto deberá:

- (a) Aplicar un diseño de muestreo estadísticamente representativo (estratificado o sistemático),
- (b) Justificar la elección del tamaño de muestra y la intensidad de muestreo,
- (c) Documentar el uso de ecuaciones alométricas, factores de expansión y parámetros por defecto, y
- (d) Demostrar que dichos valores son aplicables a las especies y condiciones locales.

15.4 Transparencia y documentación

Toda la información utilizada en la estimación de la incertidumbre deberá documentarse de manera completa en el Documento de Proyecto, incluyendo:

- (a) Supuestos estadísticos y parámetros de entrada,
- (b) Métodos de muestreo y procesamiento de datos,
- (c) Intervalos de confianza calculados,
- (d) Resultados de incertidumbre obtenidos, y
- (e) Aplicación de los ajustes conservadores, cuando corresponda.

15.5 Actualización y verificaciones

La evaluación de incertidumbre deberá actualizarse en:

- (a) cada ciclo de verificación,
- (b) la inclusión de nuevas áreas de proyecto,
- (c) la modificación del diseño de muestreo, o
- (d) la incorporación de nuevos reservorios o metodologías.

El Organismo de Evaluación de la Conformidad deberá verificar la consistencia de la aplicación de la Herramienta de Incertidumbre, así como la trazabilidad de los cálculos y de los ajustes conservadores aplicados.

15.6 Principio de conservatismo

En caso de duda, insuficiencia de datos o imposibilidad de aplicar mediciones robustas, el titular de proyecto deberá aplicar factores conservadores que garanticen que las reducciones o remociones netas de GEI no estén sobreestimadas.

La aplicación de estos requisitos de manejo de la incertidumbre garantiza que los resultados de las remociones netas de GEI sean estadísticamente sólidos, verificables y conservadores, evitando la sobrestimación de beneficios climáticos. Con ello se refuerza la transparencia y la comparabilidad entre proyectos, y se sientan las bases para la aplicación de las disposiciones de permanencia y gestión de riesgos de reversión descritas en la Sección 16 de la presente Metodología.

16 Permanencia y gestión de riesgos de reversión

Las actividades elegibles bajo esta Metodología deberán garantizar la permanencia de las reducciones y remociones de GEI, atribuibles a las actividades de proyecto. Para ello, se establecen las siguientes disposiciones:

- (a) Los riesgos de reversión deberán ser identificados y evaluados, incluyendo riesgos naturales (incendios, sequías, plagas, enfermedades), antrópicos (cambios de uso del suelo, actividades económicas, presión social o tenencia) y regulatorios;
- (b) El titular de proyecto deberá definir y documentar las medidas de manejo, monitoreo y mitigación adoptadas para reducir dichos riesgos, incluyendo prácticas de manejo sostenible, planes de prevención y control de incendios, acuerdos de gobernanza y mecanismos de gestión comunitaria;
- (c) Todos los proyectos deberán aportar un porcentaje de los créditos generados a una reserva de no permanencia administrado por el operador del registro de BIOCARBON. Esta reserva actuará como garantía colectiva frente a eventuales pérdidas de carbono ocasionadas por riesgos de reversión;
- (d) En caso de verificarse una reversión, parcial o total, se aplicarán compensaciones desde la reserva, de acuerdo con los procedimientos del ESTÁNDAR BIOCARBON, hasta cubrir la magnitud de la pérdida reportada.
- (e) El monitoreo de permanencia deberá mantenerse activo durante todo el periodo de cuantificación del proyecto y será objeto de verificación periódica por parte de Organismos de Evaluación de la Conformidad.

La evaluación será realizada aplicando la Herramienta de gestión de permanencia y riesgos (2025f), a fin de:

- (a) Clasificar el perfil de riesgo por factor y a nivel agregado;
- (b) Estimar cuantitativamente el riesgo residual;
- (c) Determinar el porcentaje de aporte obligatorio a la reserva de no permanencia;
- (d) Establecer medidas de mitigación y contingencia con responsables y cronograma.

La evaluación de riesgos y el plan de mitigación deberán actualizarse en cada verificación y cuando ocurran eventos materiales (p. ej., incendios, brotes de plagas, conflictos de tenencia), manteniendo evidencia documental y trazabilidad.

La reducción sostenida y verificable del perfil de riesgo podrá reflejarse en un ajuste del porcentaje de la reserva de acuerdo con los criterios del Estándar.

16.1 Instrumentos complementarios de gestión del riesgo

Todos los proyectos deberán aportar un 10% fijo de las reducciones o remociones certificadas a la reserva de no permanencia, como garantía mínima. Y, en el caso de proyectos AFOLU, además de este 10%, deberá aplicarse la Herramienta de Riesgos (2025f). El resultado de la herramienta determinará el porcentaje adicional de aporte a la reserva, en función de los riesgos identificados y las medidas de mitigación implementadas por el titular del proyecto.

Los titulares de proyecto podrán, de manera voluntaria, emplear instrumentos financieros o contractuales complementarios, tales como seguros paramétricos, pólizas de interrupción de negocio o garantías financieras. Estos instrumentos no sustituyen la obligación de aportes a la reserva de no permanencia ni reducen el porcentaje obligatorio, pero podrán ser reconocidos como medidas adicionales de gestión de riesgos, siempre que:

- (a) Estén vigentes durante todo el período de cuantificación,
- (b) Cubran los riesgos identificados como relevantes en la herramienta, y
- (c) Sean emitidos por entidades aseguradoras o financieras debidamente reconocidas en la jurisdicción correspondiente.

Los titulares de proyecto deberán demostrar documentalmente la existencia, cobertura y vigencia de dichos instrumentos, y reportar cualquier cambio en su condición durante la verificación periódica.

17 Plan de monitoreo

El plan de monitoreo deberá garantizar la recolección sistemática, el almacenamiento seguro y la trazabilidad de todos los datos necesarios para verificar el cumplimiento de esta Metodología y del ESTÁNDAR BIOCARBON.

Los titulares de los proyectos de GEI deben describir los procedimientos para realizar seguimiento a las actividades del proyecto y a la reducción de emisiones o remociones de GEI, en el ámbito del proyecto. Los objetivos del monitoreo son:

- (a) Verificar que se cumplen las condiciones de aplicabilidad y criterios de elegibilidad durante todo el período del proyecto;
- (b) Medir y estimar los cambios en las reservas de carbono en los reservorios seleccionados;
- (c) Cuantificar las emisiones asociadas al proyecto y las fugas relevantes, aplicando criterios de conservatismo en caso de incertidumbre;
- (d) Documentar la gestión de riesgos de reversión y permanencia;
- (e) Reportar las contribuciones al desarrollo sostenible de las actividades de proyecto, conforme a la Herramienta de ODS de BIOCARBON;
- (f) Reportar los resultados ambientales y sociales de las actividades de proyecto.

17.1 Requisitos técnicos mínimos

Para que el monitoreo sea completo y permita cumplir con los objetivos de seguimiento de las actividades del proyecto, se requiere, como mínimo que:

- (a) Todas las áreas del proyecto deberán estar georreferenciadas y registradas en un Sistema de Información Geográfica (SIG), con identificadores únicos por lote o parcela;
- (b) La ubicación de parcelas de muestreo deberá documentarse con coordenadas GPS y conservarse en el archivo del proyecto;
- (c) Se apliquen metodologías de muestreo consistentes con las herramientas oficiales de BIOCARBON y con las Directrices IPCC (2006, 2019).

17.2 Transparencia y publicación de información

El titular de proyecto deberá publicar en el registro público del proyecto, al menos, un resumen de resultados de monitoreo por período de reporte, que incluya:

- (a) Superficie monitoreada;
- (b) Tasas de supervivencia y crecimiento;
- (c) Cambios en reservas de carbono;
- (d) Fugas identificadas y cuantificadas;
- (e) Resultados de la evaluación de permanencia y riesgos.

17.3 Integración de tecnologías de monitoreo continuo (D-MRV)

Las metodologías de BIOCARBON podrán integrar tecnologías de monitoreo continuo (D-MRV), tales como sensores remotos, flujos de carbono en tiempo real o blockchain, siempre que:

- (a) Se demuestre la equivalencia metodológica con los enfoques aceptados por IPCC, CDM y el ESTÁNDAR BIOCARBON;
- (b) Los resultados pasen por validación y verificación de un Organismo de Evaluación de la Conformidad acreditado; y
- (c) Se garantice la transparencia, la trazabilidad y la disponibilidad pública de la información relevante.

Las condiciones específicas de aplicación de estas tecnologías se detallan en el Anexo 1 de la presente Metodología.

17.4 Procedimientos de monitoreo

Los titulares de los proyectos de GEI deben describir los procedimientos para realizar seguimiento a las actividades del proyecto y a la reducción de emisiones o remociones de GEI, en el ámbito del proyecto.

El monitoreo de fugas deberá incluir, cuando corresponda, la verificación de posibles desplazamientos de actividades, el desvío de biomasa o insumos, los efectos de mercado y cualquier otra fuente indirecta significativa de emisiones, aplicando criterios de conservatismo en caso de incertidumbre.

El Plan de monitoreo debe incluir:

- (a) Monitoreo de los límites del proyecto;
- (b) Monitoreo de la ejecución de las actividades del proyecto;
- (c) Monitoreo del crecimiento en biomasa para los cultivos (forestales y otros) y;
- (d) Monitoreo de la cuantificación de las remociones netas del proyecto.

La información, relacionada con los datos necesarios para las estimaciones de carbono, debe establecerse mediante principios y prácticas comúnmente aceptadas para manejo de cultivos forestales y otros cultivos.

17.4.1 Monitoreo de los límites del proyecto

Los límites geográficos del proyecto, constituidos por las áreas elegibles²³ sobre las cuales se desarrollan las actividades de proyecto, deben incluirse en un Sistema de Información Geográfica (SIG), georreferenciando cada uno de los lotes con su respectivo ID, cobertura a las fechas de referencia para cada uno de los lotes y áreas en cada uno de los cultivos, entre otros.

De este modo, el seguimiento de las actividades del proyecto es realizado para cada uno de los lotes o áreas geográficas incluidas en el proyecto. La verificación periódica de los límites del proyecto debe llevarse a cabo mediante la evaluación de las imágenes de satélite, en consistencia con el análisis de elegibilidad de las áreas en el proyecto.

17.4.2 Monitoreo de la ejecución de las actividades de proyecto

De conformidad con las prácticas en el sector Agricultura, Silvicultura y otros usos del suelo, las actividades de monitoreo de la ejecución de las actividades del proyecto deben incluir lo siguiente:

- (a) Confirmar que la preparación de suelos y la selección de sitios sean realizados con base en lo descrito en los planes de establecimiento y manejo y en el documento del proyecto;
- (b) Revisar y actualizar anualmente las áreas plantadas, por especie y estrato;
- (c) Determinar la sobrevivencia de las plantaciones e identificación de disminuciones en las áreas o eventos que determinen disminución en la biomasa.

²³ Áreas elegibles se refiere a las áreas que cumplen con la condición de ausencia de bosque o coberturas naturales, en las fechas de referencia establecidas por el ESTÁNDAR BIOCARBON.

Tabla 9. Variables para monitorear

Variable	Unidad de medida	Medido (m), calculado (c) estimado (e) o por defecto (d)	Frecuencia de registro	Cobertura / Otras medidas o número de datos colectados	Observaciones
ID - Ref.SIG	alfanumérico	Definido	Continuamente	100%	Cada estrato y cultivo establecido, asociado a un identificador alfanumérico.
Localización	coordenadas geográficas	m	Continuamente	100%	Usando GPS para identificar las coordenadas geográficas de cada lote incluido en el proyecto.
A _{ikt}	hectárea	c	Continuamente	100%	Polígonos de las áreas plantadas durante el tiempo t, por estrato i, por modelo k (cultivo por especie o fecha).
Preparación del sitio	hectárea	M	Al inicio de cada establecimiento	100% de las áreas plantadas	Área intervenida para el establecimiento de los cultivos.
Especies plantadas por cada estrato	NA	Definido	Anualmente	100%	Especies plantadas por cada estrato, en los límites del proyecto.
Sobrevivencia I, j, k.	Árboles ha ⁻¹	m, c	Tres meses después de plantar y verificación anual	100% del área plantada	Se calcula la tasa de supervivencia por hectárea establecida, para el estrato i, especie j y sistema forestal k.
Fecha de plantación	alfanumérico	m	Comienzo de cada establecimiento	100%	Fecha de plantación de cada lote (sitio)

17.4.3 Monitoreo del crecimiento en biomasa

Con el propósito de garantizar la calidad de los cultivos y confirmar que las actividades han sido implementadas, siguiendo las descripciones presentadas en el documento del proyecto, se desarrollan las siguientes actividades de monitoreo en lo relacionado con el manejo de los cultivos.

- (a) Evaluación de la permanencia y el crecimiento de los lotes plantados, en los límites del proyecto, mediante la medición de parcelas de crecimiento.
- (b) Identificación y evaluación de eventos de perturbación causados sobre las áreas plantadas. Esto incluye fecha, localización, coordenadas, especie (s) afectada(s), tipo de evento (fuego, plagas, caídas debido a vientos, inundaciones, etc.), medidas correctivas implementadas, cambios en los límites del proyecto.

El titular del proyecto de mitigación debe establecer un protocolo para la medición de parcelas de crecimiento, según lo descrito a continuación.

17.4.3.1 Estratificación y diseño del muestreo en campo

Estratificación

Deben evaluarse los estratos definidos, de acuerdo con lo establecido en la sección 13 de este documento, y de acuerdo con procedimientos metodológicos estadísticos adecuados.

Parcelas de muestreo

Se requiere el establecimiento de parcelas temporales de muestreo, cuya cantidad depende del número de estratos presentes en los límites del proyecto. Dichas parcelas permitirán monitorear los cambios en la biomasa aérea. Todas las parcelas deben estar debidamente numeradas, georreferenciadas y ubicadas dentro de un mapa de áreas establecidas en los límites del proyecto.

NOTA: Si en el área del proyecto se cuenta con parcelas permanentes, éstas pueden emplearse para el muestreo. Sin embargo, se considera como una buena práctica, el establecimiento de parcelas temporales.

Tamaño de las parcelas o unidades de muestreo

Se recomienda establecer un tamaño de parcela acorde con la densidad de árboles en la plantación. En general pueden emplearse parcelas circulares, con un área de 250 o 400 m².

Tamaño de la muestra

Con el fin de obtener la información requerida²⁴ para el cálculo del número de parcelas, necesarias para el monitoreo, debe llevarse a cabo un muestreo preliminar. La cantidad de parcelas, para el muestreo preliminar, se define por el número de estratos, y la intensidad de muestreo seleccionada.

²⁴ El valor aproximado de la varianza de las reservas de biomasa, en cada estrato y/o lote.

El tamaño de muestra (n) se estima con la siguiente ecuación:

$$n = \frac{A_i \times 10.000 \times \text{Intensidad de muestreo}^{25}}{AP} \quad \text{Ecuación (15)}$$

Donde:

n Número de parcelas requeridas para la estimación de la biomasa; sin dimensión

A_i Tamaño de cada estrato i ; ha

AP Tamaño de parcela (constante para todos los estratos); ha.

Para calcular el número de parcelas de muestreo, se usa la herramienta metodológica MDL: A/R Methodological Tool. “Calculation of the number of simple plots for measurements within A/R CDM Project activities”²⁶. El alcance, los supuestos, los parámetros y el procedimiento para el cálculo, definidos en la herramienta, se detallan a continuación.

Alcance

- (a) La herramienta puede ser empleada para calcular el número de parcelas de muestreo, requeridas para la estimación de biomasa, mediante muestreos basados en mediciones en la línea base y en el escenario con proyecto.
- (b) La herramienta calcula el número de parcelas de muestreo requeridas, con base en la precisión deseada, para la estimación de la biomasa acumulada.
- (c) Para el propósito de la herramienta, todos los parámetros usados para el cálculo de biomasa de parcelas (p.e. factores de expansión de biomasa, relación biomasa raíces/biomasa aérea), son constantes fijas. Similarmente, todos los modelos usados (tablas de volumen o ecuaciones, ecuaciones alométricas) se consideran exactos.

Supuestos

- (a) El valor aproximado del área de cada estrato, en los límites del proyecto, es conocida;

²⁵ El titular del proyecto debe seleccionar la intensidad de muestreo, dependiendo de las áreas plantadas (puede ser del 0,5% o el 0,1%, en relación con el tamaño del área plantada).

²⁶ UNFCCC (2010)

(b) El valor aproximado de la varianza de la biomasa acumulada en cada estrato es conocido; ya sea mediante un muestreo preliminar, datos existentes relacionados con el área del proyecto, o datos existentes relacionados con un área similar.

(c) El área del proyecto está estratificada, en uno o más estratos.

Parámetros

La herramienta provee los pasos para estimar los siguientes parámetros:

Tabla 10. Parámetros determinados por la herramienta, para el muestreo

Parámetro	Unidad	Descripción
n	Sin dimensiones	Número de parcelas de muestreo, requeridas para la estimación de biomasa acumulada, en los límites del proyecto
n_i	Sin dimensiones	Número de parcelas de muestreo, asignadas al estrato i , para la estimación de biomasa, en los límites del proyecto

Fuente: Herramientas - Metodología AR – ACM0003. UNFCCC (2013a).

Cálculo del número de parcelas

El número requerido de parcelas, para la estimación de la biomasa acumulada en los reservorios, depende del nivel de precisión deseado y de la variabilidad de la biomasa acumulada. La precisión deseada es especificada por la metodología, con la cual aplica esta herramienta.

El área del proyecto es estratificada, con base en la variabilidad de la biomasa acumulada, y el área aproximada de cada estrato ha sido determinada. Si la biomasa acumulada a estimar es la suma de la biomasa en dos o más reservorios, la estratificación debe ser llevada a cabo con base en la variabilidad, de la biomasa acumulada, del reservorio dominante.

Para el propósito de la herramienta, la variabilidad de la biomasa acumulada está expresada por la desviación estándar de la biomasa, en cada estrato. El valor aproximado de la desviación estándar, de la biomasa acumulada en cada estrato, al momento de la estimación, es bien conocido, ya sea por la existencia de datos aplicables en el área del proyecto, por datos relacionados con un área similar, bien por estimaciones basadas en un muestreo preliminar, o por opinión de experto.

El número de parcelas requeridas es calculado mediante iteraciones. En la primera iteración, el número de parcelas de muestreo, para el área del proyecto, es calculado como:

$$n = \frac{N * t_{VAL}^2 * (\sum_i w_i * s_i)^2}{N * E^2 + t_{VAL}^2 * \sum_i w_i * s_i^2} \quad \text{Ecuación (16)}$$

Donde:

- n = Número de parcelas de muestreo, requeridas para la estimación de la biomasa acumulada, en los límites del proyecto; sin dimensiones
- N = Número total posible, de parcelas de muestreo, en los límites del proyecto; sin dimensiones
- t_{VAL} = Valor de t de Student de dos colas, con α grados de libertad, para el nivel de confianza requerido; sin dimensiones
- w_i = Peso relativo, del área del estrato i (el área del estrato i, dividida por el área del proyecto); sin dimensiones
- s_i = Desviación estándar estimada, de la biomasa acumulada en el estrato i; t/biomasa o t/biomasa/ha
- E = Margen de error aceptable, para la estimación de la biomasa acumulada, en los límites del proyecto
- i = 1,2, 3... estrato, en 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 aleatoriedad.

Para su localización y georreferenciación en campo se hará uso de GPS, permitiendo así 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.

Frecuencia de monitoreo

El titular del proyecto de GEI debe establecer una frecuencia de monitoreo, acorde con las necesidades de verificación y certificación.

Medición y estimación de los cambios en los contenidos de carbono

Se mide el incremento de la biomasa aérea. Por tanto, se monitoreará el crecimiento individual de cada árbol, en las parcelas de muestreo. Los cambios de carbono contenido en otros componentes de la biomasa aérea (ramas y hojas) y subterránea (raíces) de los individuos en cada parcela, se estimará mediante factores de expansión o mediante ajuste de ecuaciones alométricas de biomasa, si se encuentran disponibles para la especie.

17.4.4 Monitoreo de la cuantificación de las remociones del proyecto

La estimación, de las remociones actuales, considera los cambios en las reservas de carbono en el área del proyecto, menos la estimación de las emisiones de GEI diferentes a CO₂ en los límites del proyecto, como resultado de la implementación de las actividades del proyecto.

De acuerdo con la herramienta “Estimation of carbon stocks and change in carbon stocks of trees and shrubs in A/R CDM project activities”²⁷ el cambio en los stocks de carbono en árboles, es estimado usando los siguientes pasos:

- (a) Uso de ecuaciones apropiadas para estimar las reservas de carbono en árboles (en biomasa viva, sobre el suelo y bajo el suelo), usando factores de expansión - Factor de Expansión de Biomasa (FEB), o ecuaciones alométricas de biomasa específicas que no requieren el empleo de factores de expansión;
- (b) Uso de ecuaciones apropiadas para estimar las reservas de carbono en árboles, usando tablas de volumen o ecuaciones que son usadas para convertir el volumen maderable (para el caso de las actividades forestales) del fuste a biomasa aérea, usando factores de expansión y la biomasa de raíces, usando el factor que relaciona la biomasa de raíces con la biomasa aérea total.

De este modo, la biomasa de árboles de la especie *j* puede ser estimada como:

$$B_{ARB,j,i,t} = V_{ARB,j,i,t} \times D_j \times FEB_j \times (1 + R_j) \quad \text{Ecuación (17)}$$

Donde:

²⁷ UNFCCC (2015b)

$B_{ARB,j,i,t}$	=	Biomasa de árboles de la especie j , en el estrato i en el año t ; t de materia seca (d.m.)
$V_{ARB,j,i,t}$	=	Volumen maderable de la especie j , en el estrato i en un punto del tiempo en el año t , estimado usando los datos resultantes de la ecuación, para las tablas de volumen anual; m^3
D_j	=	Densidad (con corteza) de la especie j ; t d,m; m^{-3}
FEB_j	=	Factor de expansión de biomasa para conversión de madera del fuste a biomasa aérea, para la especie j ; adimensional
R_j	=	Relación raíz-biomasa aérea para la especie j ; adimensional
j	=	1, 2, 3, ... especie

La biomasa $B_{ARB,j,p,i,t}$, puede ser estimada por especie/estrato usando el volumen anual por hectárea. Los volúmenes anuales para cada una de las especies se toman de los datos resultantes de los inventarios a la fecha del monitoreo.

En el caso de otros cultivos, se pueden emplear ecuaciones de biomasa que representen las condiciones del sitio.

De acuerdo con el anexo 24, de la EB 67 (A/R Methodological Tool “Demonstrating appropriateness of volume equations for estimation of aboveground tree biomass in A/R CDM project activities”)²⁸ “la ecuación de volumen de una especie o grupo de especies, derivada de árboles en condiciones edafoclimáticas similares a las condiciones del proyecto son consideradas apropiadas, y, por lo tanto, pueden ser usadas para estimaciones ex post del volumen maderable”²⁹. Para todos los casos, los datos usados deben cumplir tal condición.

El titular del proyecto de GEI, debe incluir las fuentes de las ecuaciones que emplee. Así, por ejemplo: ecuaciones de volumen o de biomasa publicadas que sean razonablemente aplicables a las especies/sitio, o ecuaciones desarrolladas por el titular del proyecto sobre las que pueda demostrar su origen y aplicabilidad. Además, en el proceso de QA/QC debe considerar la verificación de la validez de las ecuaciones.

Finalmente, con los resultados que generan las mediciones en campo, se calculan las reservas de carbono (cantidad de toneladas de CO_{2e} a la fecha del inventario), en los reservorios de carbono incluidos en el proyecto, de acuerdo con la metodología aplicada (AR-ACM0003).

²⁸ UNFCCC (2012)

²⁹ if at least one of the 3 conditions is satisfied

17.5 Procedimientos de control y aseguramiento de la calidad de la información

El titular del proyecto de GEI debe diseñar un sistema de gestión y aseguramiento de la calidad que garantice el buen manejo, la calidad y confiabilidad de la información.

17.5.1 Requisitos normativos

El titular de proyecto deberá diseñar y aplicar un sistema integral de QA/QC que garantice la confiabilidad, consistencia y trazabilidad de toda la información utilizada en la cuantificación de las remociones de GEI. Dicho sistema deberá incluir, como mínimo:

(a) Integración normativa

El sistema de QA/QC deberá ser consistente con la Herramienta de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) (BioCarbon, 2025e).

No se aceptará la aplicación parcial o modificada de dicha herramienta.

(b) Verificación de datos de campo

Una fracción representativa de las parcelas (10–20%) deberá ser remedida por un equipo independiente del equipo de muestreo principal.

Las diferencias mayores al 5% deberán documentarse, corregirse y notificarse.

(c) Revisión del procesamiento de información

Los datos recolectados deberán ser revisados al menos por un segundo analista antes de ser incluidos en las estimaciones finales.

Se deberá mantener un registro de todas las revisiones realizadas, incluyendo errores detectados y correcciones aplicadas.

(d) Registro y archivo de datos

Los procedimientos de control de calidad deberán documentarse, incluyendo verificación de datos en campo, procesamiento de información y archivo digital seguro.

Los procedimientos de control y aseguramiento de calidad deberán aplicarse también a los datos y supuestos empleados para la estimación de fugas, garantizando consistencia, trazabilidad y transparencia en la información reportada.

Todos los formularios de campo, bases de datos, metadatos y resultados intermedios deberán archivar en formato digital seguro, con respaldo redundante.

(e) Control de versiones y correcciones

Cualquier actualización, corrección o modificación posterior en los datos o cálculos deberá registrarse mediante sistemas de control de versiones, asegurando trazabilidad completa de cambios.

(f) Disponibilidad para verificación externa

Toda la información recopilada deberá estar disponible para revisión y verificación por parte del Organismo de Evaluación de la Conformidad y del administrador del Programa de GEI de BIOCARBON, durante y después del período de cuantificación.

17.5.2 Procedimientos operativos recomendados

Con el fin de reforzar la confiabilidad de los datos, el titular del proyecto deberá aplicar los siguientes procedimientos:

(a) Remedición de parcelas

Deben realizarse remediciones de parcelas, con una selección de puntos aleatorios que cubran entre el 10 y el 20% del total de las parcelas establecidas en el muestreo inicial. Las remediciones comparadas con las iniciales no deben mostrar desviaciones superiores al 5%. Cualquier error encontrado debe ser corregido y notificado.

(b) Instrumentos de medición

Las mediciones de campo deberán realizarse con instrumentos de características similares a los empleados en el muestreo inicial. Esto incluye calibración periódica y uso de protocolos estandarizados.

(c) Protocolos de campo

El establecimiento y la medición de las parcelas deberán seguir los mismos protocolos técnicos definidos en el diseño de muestreo.

No se permite modificar ubicación, centro de parcela o procedimientos de medición por conveniencia operativa.

(d) Verificación de digitación de datos

Los registros de campo deberán revisarse al menos en un 10% de las entradas, seleccionadas al azar.

El error máximo permitido en la digitación es del 10%. Si se excede este umbral, deberá revisarse el 100% de los datos e implementar las correcciones necesarias.

(e) Comparación de información

La información obtenida en la medición de seguimiento deberá compararse con los registros iniciales.

Deberán identificarse inconsistencias, errores y omisiones.

En caso de errores mayores al 5%, se deberá repetir el muestreo en la totalidad de las parcelas.

(f) Registro y archivo de información

Todos los formularios de campo, bases de datos, cálculos intermedios, mapas SIG y reportes deberán conservarse en formato físico y digital.

La información deberá archivar de manera organizada y segura por al menos dos (2) años después del cierre del último período de cuantificación.

18 Referencias

BioCarbon Cert. (2025a). BCR TOOL: Avoidance of Double Counting (ADC) Avoid double counting of emissions reductions or removals. https://biocarbonstandard.com/wp-content/uploads/BCR_avoiding-double-counting.pdf

BioCarbon Cert. (2025b). Estándar BCR: Empowering sustainability, redefining standards. https://biocarbonstandard.com/wp-content/uploads/BCR_Estandar_v.3.0.pdf

BioCarbon Cert. (2025c). BioCarbon tool: Conservative approach and uncertainty management. https://biocarbonstandard.com/wp-content/uploads/Conservative_Approach_and_Uncertainty_Management_tool.pdf

BioCarbon Cert. (2025d). BioCarbon tool: Identification of a baseline scenario and demonstration of additionality. https://biocarbonstandard.com/wp-content/uploads/Baseline_additionality_tool.pdf

BioCarbon Cert. (2025e). BioCarbon tool: Monitoring, reporting and verification (MRV). https://biocarbonstandard.com/wp-content/uploads/BCR_Monitoring-reporting-and-verification.pdf

BioCarbon Cert. (2025f). BioCarbon tool: Permanence and risk management (Version 2.0). https://biocarbonstandard.com/wp-content/uploads/BCR_risk-and-permanence.pdf

BioCarbon Cert. (2025g). Validation and verification manual: Greenhouse gas projects (Version 3.0). https://biocarbonstandard.com/wp-content/uploads/BCR_validation-and-verification-manual.pdf

BioCarbon Cert. (2025h). SDSs Tool, Sustainable Development Safeguards (Version 2.0). https://biocarbonstandard.com/wp-content/uploads/BCR_Sustainable_development_safeguards.pdf

BioCarbon Cert. (2025i). Sustainable Development Goals (SDG) BioCarbon Tool. (Version 1.0). https://biocarbonstandard.com/wp-content/uploads/BCR_SDG-tool.pdf

Clark, D. B., Clark, D. A., Brown, S., Oberbauer, S. F., & Veldkamp, E. (2002). Stocks and flows of coarse woody debris across a tropical rain forest nutrient and topography gradient. *Forest Ecology and Management*, 164(1-3), 217-228. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(01\)00748-8](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(01)00748-8)

Delaney, M., Brown, S., Lugo, A. E., Torres-Lezama, A., & Bello Quintero, N. (1997). The distribution of organic carbon in major components of forests located in five life zones of Venezuela. *Journal of Tropical Ecology*, 13(5), 697-708. <https://doi.org/10.1017/S0266467400010859>

Eaton, J. M., & Lawrence, D. (2006). Woody debris stocks and fluxes during succession in a dry tropical forest. *Forest Ecology and Management*, 232(1-3), 46-55. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2006.05.048>

FAO. (2019). Standard operating procedure for soil organic carbon analysis. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/3e255ff1-5a67-4d60-af9d-a3a37cb16a1f/content>

Glenday, J. (2008). Carbon storage and emissions offset potential in an African dry forest, the Arabuko Sokoke Forest, Kenya. *Environmental Monitoring and Assessment*, 142(1-3), 85-95. <https://doi.org/10.1007/s10661-007-9926-2>

International Organization for Standardization. (2019a). ISO 14064-2:2019, Greenhouse gases — Part 2: Specification with guidance at the project level for quantification, monitoring and reporting of greenhouse gas emission reductions or removal enhancements. <https://www.iso.org/standard/66454.html>

International Organization for Standardization. (2019b). ISO 14064-3:2019, Greenhouse gases — Part 3: Specification with guidance for the verification and validation of greenhouse gas statements. <https://www.iso.org/standard/66455.html>

IPCC. (2006). 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories, Volume 4: Agriculture, forestry and other land use. Institute for Global Environmental Strategies. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>

IPCC. (2014). 2013 Supplement to the 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories: Wetlands. <https://www.ipcc.ch/publication/2013-supplement-to-the-2006-ipcc-guidelines-for-national-greenhouse-gas-inventories-wetlands/>

Keller, M., Palace, M., Asner, G. P., Pereira, R., Jr., & Silva, J. N. M. (2004). Coarse woody debris in undisturbed and logged forests in the eastern Brazilian Amazon. *Global Change Biology*, 10(5), 784–795. <https://doi.org/10.1111/j.1529-8817.2003.00773.x>

Krankina, O. N., & Harmon, M. E. (1995). Dynamics of the dead wood carbon pool in northwestern Russian boreal forests. *Water, Air, and Soil Pollution*, 82(1-2), 227–238. <https://doi.org/10.1007/BF01182852>

SER. (2019). Principios y estándares internacionales para la práctica de la restauración ecológica (Segunda Edición). https://ser-insr.org/resources/publications/SER_International_Standards_ES.pdf

Smith, J. E., Heath, L. S., Skog, K. E., & Birdsey, R. A. (2006). Methods for calculating forest ecosystem and harvested carbon with standard estimates for forest types of the United States (General Technical Report NE-343). U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station. <https://doi.org/10.2737/NE-GTR-343>

UNFCCC. (2002). Decision 11/COP.7: Land use, land-use change and forestry. In Report of the Conference of the Parties on its seventh session, held at Marrakesh from 29 October to 10 November 2001. Part two: Action taken by the Conference of the Parties. <https://unfccc.int/resource/docs/cop7/13a01.pdf#page=54>

UNFCCC. (2010). AR-AM Tool 03: A/R methodological tool calculation of the number of sample plots for measurements within A/R CDM project activities (Version 2.1). <https://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/tools/ar-am-tool-03-v2.1.o.pdf>

UNFCCC. (2011a). AR-AM Tool 08: A/R methodological tool estimation of non-CO₂ GHG emissions resulting from burning of biomass attributable to an A/R CDM project activity (Version 4.0). <https://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/tools/ar-am-tool-08-v4.0.o.pdf>

UNFCCC. (2011b). AR-AM Tool 16: A/R methodological tool for estimation of change in soil organic carbon stocks due to the implementation of A/R CDM project activities (Version 1.1.0). <https://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/tools/ar-am-tool-16-v1.1.o.pdf>

UNFCCC. (2012). AR-AM Tool 18: A/R methodological tool demonstrating appropriateness of volume equations for estimation of aboveground tree biomass in A/R CDM project activities (Version 01.0.1). <https://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/tools/ar-am-tool-18-v1.0.1.pdf>

UNFCCC (2013a). AR-ACM0003: A/R large-scale consolidated methodology afforestation and reforestation of lands except wetlands (Version 02.0). <https://cdm.unfccc.int/UserManagement/FileStorage/THNRJC15IW4K89UBE6DFZYX23OV PoQ>

UNFCCC. (2013b). AR-AM Tool 15: A/R methodological tool estimation of the increase in GHG emissions attributable to displacement of pre-project agricultural activities in A/R CDM project activity (Version 2.0). <https://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/tools/ar-am-tool-15-v2.0.pdf>

UNFCCC. (2013c). AR-AM Tool 19: A/R Methodological tool Demonstration of eligibility of lands for A/R CDM project activities (Version 2.0). <https://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/tools/ar-am-tool-19-v1.pdf>

UNFCCC. (2015a). AR-AM Tool 12: A/R methodological tool estimation of carbon stocks and change in carbon stocks in dead wood and litter in A/R CDM project activities (Version 3.1). <https://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/tools/ar-am-tool-12-v3.1.pdf>

UNFCCC. (2015b). AR-AM Tool 14: Methodological tool estimation of carbon stocks and change in carbon stocks of trees and shrubs in A/R CDM project activities (Version 4.2). <https://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/tools/ar-am-tool-14-v4.2.pdf>

UNFCCC. (2015c). Glossary of CDM terms (Version 10.0). https://cdm.unfccc.int/Reference/Guidclarif/glos_v10.0.pdf

UNFCCC. (2016). AR-AM Tool 19: Tool for demonstration of additionality of A/R CDM project activities (Version 1.0). <https://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/tools/ar-am-tool-19-v1.pdf>

Documento para Consulta Pública

Anexo 1. Tecnologías de Monitoreo Continuo (dMRV)

Este anexo establece disposiciones para la integración voluntaria de tecnologías de monitoreo digital y continuo (D-MRV) en la implementación de proyectos de forestación, reforestación y revegetalización (ARR) bajo el ESTÁNDAR BIOCARBON.

(a) Alcance

Las tecnologías de monitoreo continuo podrán incluir, entre otras:

- (i) Sensores in situ de flujos de carbono (ej. intercambio neto de ecosistema, NEE),
- (ii) Escaneo LiDAR aéreo o terrestre,
- (iii) Sistemas satelitales de observación de la Tierra,
- (iv) Plataformas digitales de MRV automatizado,
- (v) Tokenización de datos y blockchain para trazabilidad y seguridad de registros.

(b) Condiciones de aplicación

El uso de tecnologías dMRV es opcional y podrá emplearse para complementar o sustituir parcialmente mediciones convencionales de parcelas de muestreo, siempre que:

- (i) Se demuestre la equivalencia metodológica con los enfoques aceptados por IPCC, CDM y el ESTÁNDAR BIOCARBON (Tier 2 o superior)
- (ii) Los resultados sean validados y verificados por un Organismo de Evaluación de la Conformidad acreditado, conforme a los procedimientos del ESTÁNDAR BIOCARBON.
- (iii) Se garantice la transparencia, trazabilidad y accesibilidad pública de los datos relevantes, en línea con los requisitos de publicación del registro BioCarbon.
- (iv) Se documente en el Documento de Proyecto, la integración de estas tecnologías, los supuestos empleados y los protocolos de aseguramiento de calidad.

(c) Requisitos mínimos

Los titulares de proyecto deberán conservar series de datos verificables durante al menos quince (15) años posteriores a la última verificación.

Toda la información deberá ser reportada en formatos digitalmente auditables.

Los sistemas dMRV deberán estar certificados o contar con validación independiente sobre la confiabilidad de sus algoritmos y procesos de captura de datos.

(d) Uso de resultados

Los resultados generados mediante tecnologías de monitoreo continuo podrán utilizarse en el cálculo de las remociones netas de GEI del proyecto, siempre que se integren de forma coherente con los procedimientos establecidos en esta Metodología y con las herramientas oficiales de BioCarbon (línea base y adicionalidad, incertidumbre, permanencia y fugas).

(e) Principio de equivalencia

La utilización de tecnologías dMRV no exime del cumplimiento de los principios de conservatismo, verificabilidad y consistencia. Cuando existan discrepancias entre resultados de dMRV y mediciones convencionales, deberá aplicarse el valor más conservador para la emisión de créditos.

(f) Carácter piloto

Este anexo se aplica exclusivamente a proyectos de forestación, reforestación y revegetalización (ARR) bajo el ESTÁNDAR BIOCARBON, en carácter de fase piloto. La inclusión de tecnologías de monitoreo continuo en otras metodologías del Estándar será evaluada posteriormente, con base en la experiencia acumulada y en la validación independiente de su efectividad y equivalencia metodológica.

Documento para Consulta Pública

Historial del documento

Tipo de documento: Documento metodológico proyectos de GEI en el sector AFOLU

Versión	Fecha	Documento	Naturaleza de la revisión/Ajuste
1.0	10 de diciembre de 2019	Cuantificación de las Reducciones de Emisiones o Remociones de GEI de Proyectos Sectoriales de Mitigación. Actividades de remoción de GEI.	Versión inicial – Documento sometido a consulta pública
2.0	27 de marzo de 2020	Cuantificación de las Reducciones de Emisiones o Remociones de GEI de Proyectos Sectoriales de Mitigación. Actividades de remoción de GEI.	Versión Actualizada - Después de consulta pública
2.1	27 de agosto de 2020	Cuantificación de las Reducciones de Emisiones o Remociones de GEI de Proyectos Sectoriales de Mitigación. Actividades de remoción de GEI.	Versión Ajustada Cambios editoriales
2.2	19 de octubre de 2020	Cuantificación de las Reducciones de Emisiones o Remociones de GEI de Proyectos Sectoriales de Mitigación. Actividades de remoción de GEI.	Versión actualizada Ajustes en la sección Manejo de la incertidumbre
2.3	25 de noviembre de 2021	Cuantificación de las Reducciones de Emisiones o Remociones de Proyectos de Mitigación de GEI. Actividades de remoción de GEI.	Versión actualizada Cambio de título para precisar que no aplica solamente a los proyectos sectoriales de mitigación de GEI. Aclaraciones sobre los proyectos elegibles. Definición de proyectos de mitigación de GEI. Ajustes a las condiciones de aplicabilidad Ajustes en la sección 6. Referencias normativas
3.0	13 de abril de 2022	Cuantificación de la Reducción de Emisiones de GEI. Actividades de remoción.	Versión actualizada Ajuste alcance y referencias normativas Ajustes análisis de adicionalidad. Actualización análisis de incertidumbre. Estimación de las reservas de carbono en árboles y arbustos

Versión	Fecha	Documento	Naturaleza de la revisión/Ajuste
4.0	9 de febrero de 2024	Cuantificación de las Remociones de GEI. Actividades de Forestación, Reforestación y Revegetalización	Versión actualizada Cambio en el nombre de la metodología Objetivo Alcance Condiciones de aplicabilidad Escenario de línea base y adicionalidad (referencia a herramienta de adicionalidad) Cambios editoriales menores Derechos de autor BioCarbon Cert
Consulta pública versión 5.0	25 de septiembre de 2025	BCR0001. Actividades de Forestación, Reforestación y Revegetalización	Versión actualizada Refuerzo de adicionalidad y línea base mediante la aplicación obligatoria de la herramienta oficial de BIOCARBON. Inclusión explícita de actividades de restauración, rehabilitación y recuperación en el alcance. Ajustes en permanencia: reserva del 10% + aplicación de la Herramienta de Riesgos de Reversión + reconocimiento de instrumentos financieros complementarios. Expansión de la definición de fugas: desplazamiento de actividades, biomasa desviada, efectos de mercado, transporte y otras fuentes relevantes. Establecimiento de reglas de incertidumbre: $\pm 10\%$ al 90% de confianza, con deducciones conservadoras obligatorias. Nuevo plan de monitoreo: refuerzo de transparencia, georreferenciación, publicación de resultados y opción de tecnologías D-MRV. Reforzamiento de QA/QC: integración con la Herramienta MRV, control cruzado, trazabilidad digital y control de versiones.