

Guía para el diseño de proyectos MDL forestales y de bioenergía

Zenia Salinas, Paulo Hernández
Editores



Serie técnica
Manual técnico no. 83



Guía para el diseño de **proyectos MDL** **forestales y de bioenergía**

Zenia Salinas
Paulo Hernández
Editores

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) es un centro regional dedicado a la investigación y la enseñanza de posgrado en agricultura, manejo, conservación y uso sostenible de los recursos naturales. Sus miembros regulares son el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Belice, Bolivia, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, República Dominicana y Venezuela. El presupuesto básico del CATIE se nutre de generosas aportaciones anuales de estos miembros.

© Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, 2008

Limitación de responsabilidades

El contenido de este trabajo es responsabilidad de los autores y no representa necesariamente la opinión de las instituciones que conforman el Proyecto Forma, Tüv Süd, EcoSecurities y el Fondo de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) de Costa Rica.

Puesto que este documento no pretende sustituir los textos oficiales del MDL y que la información presentada está actualizada hasta septiembre de 2007, el lector es responsable de buscar las versiones más recientes sobre metodologías, proyectos y herramientas en el sitio web www.cdm.unfccc.int. La guía es útil para comprender los principios del MDL y su aplicación en el diseño de proyecto. Además orienta al desarrollador de proyecto en la búsqueda de información disponible en el sitio web del MDL, así como en otras guías relevantes para el diseño de este tipo de proyectos.

634.9

G943 Guía para el diseño de proyectos MDL forestales y de bioenergía /
editado por Zenia Salinas y Paulo Hernández. – Turrialba, C.R :
CATIE, 2008
171 p. – (Serie técnica. Manual técnico / CATIE ; no. 83)

ISBN 978-9977-57-461-5

1. Bosques – Mecanismo de desarrollo limpio
 2. Bioenergía – Mecanismo de desarrollo limpio
 3. Desarrollo sostenible – Proyectos comunitarios
- I. Salinas, Zenia, ed. II. Hernández, Paulo, ed. III. CATIE
IV. Título V. Serie

Créditos

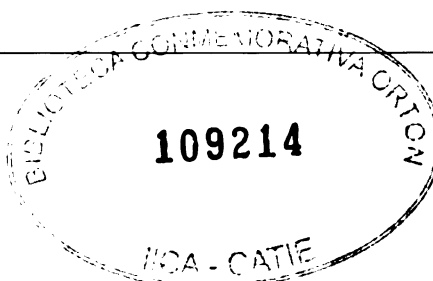
Edición: Ree Sheck

Ilustración de portada

y diagramación: Rocío Jiménez

Sitio web: www.proyectoforma.com

Impresión: Masterlitho S.A.



El proyecto FORMA reúne instituciones científicas con experiencia en el diseño e implementación de proyectos de manejo de recursos naturales y de herramientas útiles para el diseño de proyectos MDL. El propósito del proyecto es remover barreras para la formulación de este tipo de proyectos en Ibero América.

FORMA es financiado por el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) de España y ejecutado por el Centro Internacional para la Investigación Forestal (CIFOR) y coordinado por Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). El Colegio de la Frontera Sur de México (ECOSUR) y el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca del Uruguay son socios técnicos del proyecto.

Contenido

Siglas	xii
Presentación	1
1 Introducción	3
1.1 La convención sobre el clima y el Protocolo de Kioto.....	3
1.2 El MDL.....	3
1.3 Proyectos forestales MDL.....	4
1.3.1 La no permanencia.....	5
1.3.2 La adicionalidad.....	5
1.3.3 La elegibilidad de las tierras.....	6
1.3.4 Remociones antropogénicas netas del proyecto.....	6
1.3.4.1 Línea base y escenario de proyecto.....	6
1.3.4.2 Fugas.....	6
1.3.5 Monitoreo.....	7
1.3.6 Metodologías.....	7
1.3.7 Impactos socioeconómicos y ambientales.....	7
1.3.8 Escala de un proyecto MDL forestal.....	7
1.3.9 Planificación de proyectos forestales MDL que involucran a múltiples propietarios de pequeñas parcelas de tierra.....	8
1.3.10 Mercados de carbono.....	8
1.4 Bibliografía.....	9
2 Preguntas frecuentes sobre adicionalidad en proyectos forestales MDL	11
2.1 ¿Qué es la adicionalidad?.....	11
2.2 ¿Qué es la herramienta de adicionalidad?.....	11
2.3 ¿Cuáles son las principales fallas al momento de aplicar la herramienta de adicionalidad?.....	13
2.4 ¿Cómo tomar en cuenta la diversidad de situaciones dentro de un proyecto?.....	14
2.5 ¿Dónde se puede encontrar más información?.....	15
3 Preguntas frecuentes sobre la elegibilidad de tierras para proyectos forestales MDL	17
3.1 ¿Por qué es necesaria esta sección de la guía?.....	17
3.1.1 ¿Cuál es el alcance de esta sección?.....	17
3.1.2 El problema de la elegibilidad de las tierras.....	17
3.2 ¿En qué consisten los procedimientos de la JD para demostrar la elegibilidad de tierras?.....	18
3.3 ¿Qué implica para el proyecto la definición de bosque de mi país?.....	19
3.4 ¿Cómo demostrar que las tierras no llegarán a ser bosque sin el proyecto?.....	19
3.5 ¿Qué tipo de herramientas o métodos se pueden emplear para el análisis de tierras elegibles?.....	20
3.5.1 Sistemas de Información Geográfica (SIG).....	20
3.5.2 Sensores remotos.....	20
3.5.3 Trabajo de campo.....	20

3.6	¿Qué tipo de información necesito para determinar la cobertura del suelo?	21
3.6.1	Mapas existentes	21
3.6.2	Imágenes de satélite o fotografía aérea	21
3.6.3	Trabajo de campo	21
3.7	¿Qué tipo de información debo recolectar en el campo?	21
3.8	¿Cómo me puede apoyar la información proveniente de sensores remotos?	22
3.8.1	Sensores disponibles	22
3.8.2	Otras consideraciones	22
3.9	¿Qué puedo hacer si la información que tengo disponible en mapas, fotografías aéreas o imágenes de satélite no es adecuada?	24
3.10	¿En qué consiste la Evaluación Rural Participativa (ERP)?	24
3.10.1	El método	24
3.10.2	La información	24
3.11	¿Cómo debo reportar el análisis?	25
3.11.1	Documentos de Diseño de Proyecto	25
3.11.2	Validación	25
3.12	¿Dónde puedo encontrar más información?	25
3.13	Figuras ilustrativas y comentarios	25
3.14	Bibliografía	27
4	Preguntas frecuentes sobre metodologías de línea base y monitoreo para proyectos forestales MDL	29
4.1	¿Qué es una metodología de proyecto forestal MDL?	29
4.2	¿Por qué es necesario usar una metodología para un proyecto forestal MDL?	29
4.3	¿Cuáles son los principales aspectos que cubre una metodología para un proyecto forestal MDL?	30
4.3.1	¿Qué tipo de actividades se pueden considerar en el proyecto?	30
4.3.2	¿Cuál es la línea base?	30
4.3.3	¿Cuáles son los reservorios considerados en el proyecto?	30
4.3.4	¿Qué son fugas?	30
4.3.5	¿Qué cantidad y tipo de emisiones ocurrirán en el proyecto?	31
4.4	¿Cuántas metodologías existen?	31
4.5	¿Cuáles son los principales componentes de una metodología?	31
4.5.1	Sección II—Metodología de línea base	31
4.5.1.1	Elegibilidad	31
4.5.1.2	Límites de proyecto	33
4.5.1.3	Estratificación previa	33
4.5.1.4	Selección del enfoque de línea base	33
4.5.1.5	Adicionalidad	33
4.5.1.6	Estimación <i>ex ante</i> de remociones netas de gases de efecto invernadero en la línea base	34
4.5.1.7	Fugas	34
4.5.1.8	Estimación <i>ex ante</i> de remociones netas reales antropogénicas de gases de efecto invernadero	34
4.5.1.9	Incertidumbres	35
4.5.2	Sección III—Metodología de monitoreo	35
4.5.2.1	Monitoreo de límites e implementación	35
4.5.2.2	Estratificación y muestreo	37
4.5.2.3	Cálculo de remociones reales netas de gases de efecto invernadero	37
4.5.2.4	Fugas	37
4.6	¿Cómo se selecciona una metodología?	37
4.6.1	Condiciones de aplicabilidad	37
4.6.2	Enfoque de línea base	38
4.6.3	Reservorios de carbono	38
4.6.4	Emisiones por actividades	38
4.6.5	Fugas	38

4.7	¿Qué ocurre si ninguna metodología sirve para mi proyecto?	39
4.8	¿Cómo se presenta un Documento de Diseño de Proyecto?.....	39
4.8.1	Diseño de la actividad de proyecto	40
4.8.1.1	Elección y uso de una metodología aprobada.....	40
4.8.1.2	Proposición de una nueva metodología.....	40
4.8.2	Validación de la actividad de proyecto MDL	40
4.8.3	Registro de la actividad de proyecto MDL	40
4.8.4	Certificación/verificación de la actividad de proyecto MDL	41
4.9	¿Dónde se puede encontrar más información?	41
4.10	Bibliografía.....	42

5	Preguntas frecuentes sobre la estimación de carbono para proyectos forestales MDL.....	43
5.1	¿Por qué esta sección de la guía?	43
5.2	¿Cuál es la diferencia entre estimación <i>ex ante</i> y estimación <i>ex post</i> ?	44
5.2.1	Estimación previa (<i>ex ante</i>)	44
5.2.2	Estimación posterior (<i>ex post</i>).....	44
5.3	¿Por qué es necesaria la medición de áreas?	44
5.3.1	Medición previa.....	44
5.3.2	Medición posterior	45
5.4	¿Cómo se hace la estratificación de un proyecto?	45
5.4.1	Estratificación previa.....	45
5.4.2	Estratificación posterior	46
5.5	¿Cómo se puede modelar la captura de carbono de una especie?	46
5.6	¿Cómo se calcula un factor de expansión de biomasa para una especie?	46
5.7	¿Cómo se calculan modelos alométricos para una especie?.....	48
5.8	¿Cómo se puede construir un modelo de crecimiento para una especie?	49
5.9	¿Dónde se pueden encontrar datos para generar modelos de crecimiento para una especie?	51
5.10	¿Qué hacer si no hay datos o modelos suficientes para estimar la remoción de carbono de una especie?	51
5.11	¿Cómo se estima la biomasa en la vegetación herbácea y arbustiva?	52
5.11.1	Biomasa herbácea	52
5.11.2	Biomasa arbustiva	52
5.11.3	¿Cómo se estima la biomasa de las raíces?	52
5.11.4	¿Cómo se estima la biomasa en la madera muerta?	53
5.11.5	¿Cómo se estiman la biomasa y el carbono en la hojarasca?	54
5.11.6	¿Por qué es importante considerar los cambios en las existencias de carbono orgánico en suelo debidos al cambio de uso de la tierra?.....	54
5.11.7	¿Se debe medir siempre el carbono orgánico en suelo?	54
5.11.8	¿Cuáles son las variables más importantes que influyen en el cambio de las existencias de carbono orgánico en suelo?	55
5.11.9	¿Cómo afecta el uso inicial de la tierra la evolución del carbono orgánico en el suelo?.....	56
5.11.10	¿Cómo afecta el tipo de plantación al carbono orgánico en el suelo? ..	57
5.11.11	¿Cómo se puede aumentar la fijación de carbono orgánico en el suelo?	57
5.12	¿Cuántas parcelas se deben medir, de qué tamaño y tipo?	58
5.13	¿Cada cuánto debe repetirse el monitoreo?.....	60
5.14	¿Qué se debe hacer para asegurar la calidad del monitoreo?	61
5.14.1	Procedimientos para asegurar medidas de campo fiables	61
5.14.2	Procedimientos para verificar la toma de datos	61
5.14.3	Procedimientos para verificar la entrada y análisis de datos	61
5.14.4	Mantenimiento y almacenamiento de datos.....	61
5.15	¿Existe algún <i>software</i> diseñado específicamente para el monitoreo de proyectos forestales MDL?	61

5.16	¿Qué es Minga, la herramienta de datos de crecimiento de especies forestales tropicales y subtropicales y de modelos genéricos?	62
5.16.1	¿Cuántas especies están contempladas en la herramienta?	62
5.16.2	¿Dónde se puede conseguir la herramienta?	62
5.16.3	¿Es Minga una herramienta confiable y certificada?	62
5.17	¿Qué es CO ₂ Fix?	62
5.17.1	¿Para qué sirve CO ₂ Fix y cómo se utiliza?	62
5.17.2	¿Dónde se obtiene CO ₂ Fix?.....	63
5.17.3	¿Es CO ₂ Fix una herramienta confiable y certificada?.....	63
5.18	¿Qué es Taram?	63
5.18.1	¿Para qué sirve Taram y cómo se utiliza?	63
5.18.2	¿Dónde se puede conseguir la herramienta?	64
5.18.3	¿Es Taram una herramienta confiable y certificada?.....	64
5.19	¿Qué es Maia?	64
5.19.1	¿Para qué sirve Maia?	64
5.19.2	¿Dónde se obtiene Maia?	64
5.19.3	¿Dónde se encuentra más información sobre Maia?	64
5.19.4	¿Es Maia una herramienta confiable y certificada?	64
5.20	¿Dónde se puede encontrar más información sobre estimaciones de carbono? ...	65
5.21	Bibliografía.....	65
6	Preguntas frecuentes sobre estimación de fugas y emisiones de gases de efecto invernadero en proyectos MDL forestales	67
6.1	Preguntas generales sobre emisiones y fugas.....	67
6.1.1	¿Qué es una emisión?	67
6.2	¿Cuáles son las emisiones más comunes?	67
6.3	El doble conteo: uno de los errores más comunes en el cálculo de emisiones	69
6.4	¿Cómo se estiman y monitorean las emisiones?.....	70
6.4.1	Estimaciones previas	70
6.4.2	Estimaciones posteriores.....	70
6.5	¿Qué es una fuga?	73
6.6	¿Cuáles son las fugas más comunes?.....	73
6.7	¿Cómo se estiman y monitorean las fugas?.....	74
6.7.1	Estimaciones previas	74
6.7.2	Estimaciones posteriores.....	74
6.8	¿Cómo se determina si una fuente de emisión o fuga es significativa?	75
6.9	Preguntas sobre especies fijadoras de nitrógeno y su impacto sobre los gases de efecto invernadero	76
6.9.1	¿Por qué la utilización de especies fijadoras de nitrógeno atmosférico (N ₂) producen emisiones de óxido nitroso (N ₂ O)?.....	76
6.9.2	¿Se tienen que considerar siempre las emisiones producidas por la utilización de especies fijadoras de nitrógeno atmosférico?	78
6.9.3	¿Cómo se estiman las emisiones producidas por la utilización de especies fijadoras de nitrógeno atmosférico?	78
6.10	Bibliografía.....	81
7	Preguntas frecuentes sobre impactos socioeconómicos y ambientales en proyectos forestales MDL.....	83
7.1	¿A quién está dirigida esta sección de la guía? ¿Cómo está organizada?.....	83
7.2	¿Por qué es importante el tema de los impactos de los proyectos MDL sobre el desarrollo sostenible?	84
7.3	¿Qué tipos de impactos socioeconómicos puede tener un proyecto MDL de FR?	84
7.4	¿Qué tipos de impactos ambientales puede tener un proyecto MDL de FR?.....	86
7.5	¿Quiénes vigilan el MDL y sus impactos sobre el desarrollo sostenible?	87
7.6	¿Qué indicadores se pueden utilizar para evaluar los impactos sobre el desarrollo sostenible?	87

7.6.1	Impactos del proyecto sobre desarrollo sostenible local	88
7.6.2	Impactos del proyecto sobre desarrollo sostenible del país	89
7.7	¿Qué son los estándares CCB?	93
7.8	¿Qué requiere el ciclo de aprobación de un proyecto MDL en términos de impactos sobre el desarrollo sostenible?.....	94
7.8.1	Diseño del proyecto	94
7.8.2	Aprobación del proyecto	94
7.8.3	Validación del proyecto	94
7.9	¿Cuáles criterios usa la AND para evaluar los impactos sobre desarrollo sostenible?	95
7.10	¿Cuáles son los procedimientos que usan las AND para evaluar los impactos de los proyectos MDL sobre el desarrollo sostenible?	95
7.11	¿En cuáles casos se debe hacer un estudio de impacto ambiental y socioeconómico?	95
7.12	¿Cómo se colectan los comentarios de los actores interesados?	96
7.13	¿Cómo se reportan los comentarios de los actores interesados?	97
7.14	¿Cómo puede beneficiar la participación activa de los actores el diseño del proyecto MDL?	97
7.15	¿Cómo llevar a la práctica la participación activa en el diseño del proyecto?	97
7.16	¿Cuáles herramientas pueden ser útiles para llevar a la práctica el diagnóstico participativo?	99
7.17	¿Cuáles herramientas pueden ser útiles para llevar a la práctica la planificación participativa?	100
7.18	¿Qué se puede recomendar a un desarrollador de proyectos forestales de MDL sobre el tema de desarrollo sostenible?.....	100
7.19	¿Dónde se puede encontrar más información?	101
7.20	Bibliografía.....	104
8	Preguntas frecuentes sobre el sistema de planificación Plan Vivo	107
8.1	¿A quién va dirigida esta sección de la guía?	107
8.2	¿Por qué es útil conocer el sistema de planificación Plan Vivo?	107
8.3	¿En qué principios se basa el Sistema Plan Vivo (SPV)?	108
8.4	¿Como pueden involucrarse las diferentes instituciones en las propuestas de servicios ambientales por captura de carbono?.....	108
8.5	¿Cómo se seleccionan las comunidades o grupos participantes en los proyectos de servicios ambientales por captura de carbono?	109
8.5.1	Antecedentes del grupo o comunidad.....	109
8.5.2	Organización	109
8.5.3	Conflictos internos	109
8.5.4	Selección de técnicos comunitarios	109
8.5.5	Establecimiento de acuerdos de participación.....	110
8.6	¿Qué es lo más importante para iniciar un SPV?.....	110
8.7	¿Cuáles son los temas de capacitación importantes para proyectos de servicios ambientales por captura de carbono?.....	111
8.8	¿Por qué es importante el intercambio de experiencias entre comunidades?.....	111
8.9	¿Como definir intereses comunes en el grupo o comunidad?	112
8.10	¿Cómo se hace la planificación mediante el SPV?	112
8.11	¿Cómo se elabora un Plan Vivo a nivel comunitario?	112
8.12	¿Cómo se elabora un Plan Vivo individual?	114
8.13	¿Cómo se evalúa un Plan Vivo?.....	115
8.14	¿Cómo y dónde se registran los planes vivos?	115
8.15	¿Cómo se establece un Plan Vivo?.....	116
8.16	¿Cómo se realiza el monitoreo y seguimiento del plan vivo?	116
8.16.1	¿Cómo se monitorea la captura de carbono?	118
8.16.2	¿Cómo se registra la información sobre la captura del carbono?.....	118
8.17	¿Cómo se administra un plan vivo?	119
8.18	¿Qué recomendaciones se pueden hacer a los usuarios de SPV?	120

9 Preguntas frecuentes sobre mercados de carbono para proyectos forestales.....	129
9.1 ¿Qué son los mercados de carbono?	129
9.2 ¿Por qué es conveniente vender créditos de carbono?	131
9.3 ¿Qué son los créditos tCERs e ICERs?	132
9.4 ¿Por qué los precios de CRE forestales difieren de los precios de otros créditos?	134
9.5 ¿Cómo escoger entre tCERs e ICERs?.....	136
9.5.1 Punto de vista de los compradores.....	137
9.5.2 Flexibilidad financiera	137
9.5.3 Cantidad y oportunidad de los ingresos.....	137
9.5.4 Responsabilidad	137
9.6 ¿Cuáles son los precios observados y esperados?.....	138
9.7 ¿Cómo influye el riesgo del proyecto sobre los precios?	139
9.8 ¿Quiénes son los compradores potenciales de CRE forestales?	141
9.9 ¿Cuál es el volumen de mercado para el MDL forestal?	144
9.10 ¿Cuáles son las etapas de comercialización de los proyectos forestales MDL? ..	145
9.11 ¿Qué son los acuerdos de compra?	145
9.12 ¿Cuándo vender?.....	147
9.13 ¿Cómo influye la contribución del proyecto al desarrollo sostenible en el mercadeo?.....	148
9.14 ¿Cuáles son las perspectivas de mercado?	149
9.15 ¿Qué se puede recomendar a un desarrollador de proyectos sobre el mercadeo?.....	150
10 Guía para la estimación de gases de efecto invernadero en proyectos MDL de bioenergía	153
10.1 ¿A quién va dirigida esta sección de la guía?	153
10.2 ¿Qué es la bioenergía?.....	153
10.3 ¿Cómo se clasifican los proyectos de bioenergía en el contexto del MDL?	155
10.4 ¿Qué tipos de proyectos relacionados con la bioenergía son elegibles para el MDL?	156
10.5 ¿Cuál es la situación actual de los proyectos de bioenergía en el MDL?.....	156
10.6 ¿Cómo determinar si un proyecto de bioenergía es de pequeña escala o de gran escala para el MDL?	157
10.7 ¿Cuáles son las metodologías disponibles actualmente en el MDL que se aplican a proyectos de bioenergía en pequeña escala y en escala normal?.....	160
10.8 ¿Cuales son los componentes principales de una metodología de línea base en el MDL?	161
10.9 ¿Cuáles son los cálculos más importantes en la aplicación de una metodología de línea base?	163
10.10 ¿Cuáles son algunos tipos representativos de estimaciones que deben realizarse en proyectos de bioenergía?	164
10.11 ¿Como se manejan las emisiones GEI de redes eléctricas, en el caso de que un proyecto de bioenergía vaya a integrar su generación a la red eléctrica nacional?	164
10.12 ¿Con qué fuentes de información cuenta el desarrollador del proyecto para determinar los valores de las distintas variables usadas en la estimación del GEI en proyectos de bioenergía?	167
10.13 ¿Dónde se puede conseguir información sobre experiencias de documentos de desarrollo de proyecto de bioenergía en el MDL y cuál es la documentación oficial que debe usarse para desarrollar un DDP en el MDL?	168
10.14 ¿Cuáles son los errores más frecuentes en el manejo de información para estimaciones de GEI en proyectos de bioenergía?.....	168
11 Diccionario comentado de términos forestales útiles para el diseño de proyectos MDL, Español-Inglés	171

Índice de cuadros

Cuadro 1.	Características de sensores remotos ópticos (pancromáticos o multi-espectrales) de resolución fina	23
Cuadro 2.	Características de sistemas activos de microondas de resolución fina.....	23
Cuadro 3.	Enfoques de línea base de las metodologías aprobadas	34
Cuadro 4.	Reservorios considerados en las metodologías MDL aprobadas	38
Cuadro 5.	Fugas consideradas en las metodologías aprobadas	39
Cuadro 6.	Fórmulas para el cálculo del número de parcelas en un muestreo para las distintas metodologías	59
Cuadro 7.	Ventajas e inconvenientes del uso de parcelas permanentes o temporales.....	60
Cuadro 8.	Prácticas que conllevan emisiones, reducción de absorciones o disminución de existencias de GEI	68
Cuadro 9.	Prácticas que suponen emisión de GEI en las metodologías aprobadas por la JD	68
Cuadro 10.	Esquema de destinos posibles de la vegetación preexistente.....	69
Cuadro 11.	Reservorios y gases a considerar en la eliminación de la vegetación preexistente para evitar el doble conteo	70
Cuadro 12.	Tipos de mediciones y frecuencia de monitoreo para los distintos tipos de prácticas.....	71
Cuadro 13.	Cantidad de fertilizante por tipo en cada año de plantación.....	72
Cuadro 14.	Resultados del cálculo de emisiones por fertilización	72
Cuadro 15.	Prácticas que suponen fugas en las metodologías aprobadas por la JD	73
Cuadro 16.	Datos para el cálculo de fugas por consumo de combustible fósil.....	75
Cuadro 17.	Cálculo de fugas por consumo de combustible fósil	76
Cuadro 18.	Ejemplos de selección de fuentes en función de su nivel de significación	77
Cuadro 19.	Ejemplo de datos de cambios en las existencias anuales de la biomasa aérea para cada año de plantación.....	80
Cuadro 20.	Ejemplo de datos de cambios en las existencias anuales de la biomasa aérea por superficie de plantación para cada año de proyecto	80
Cuadro 21.	Ejemplo de fracción de biomasa foliar y fracción de nitrógeno en biomasa para cada tipo de matorral.....	80
Cuadro 22.	Resultados del ejemplo.....	80
Cuadro 23.	Ejemplo de impactos de distintos tipos de proyectos forestales en la equidad	85
Cuadro 24.	Ejemplo de lista de chequeo para ser aplicada en la etapa de arranque del proyecto con el fin de analizar impactos sociales de un proyecto MDL forestal	89
Cuadro 25.	Ejemplo de indicadores para evaluar el impacto social de un proyecto MDL forestal.	90
Cuadro 26.	Ejemplos de elementos de un estándar para evaluar el impacto de proyectos forestales MDL en el desarrollo sostenible en el ámbito local.....	91
Cuadro 27.	Enfoques participativos y significados de la participación para las partes involucradas.....	98
Cuadro 28.	Perspectivas de distintos actores sobre el sector forestal	99
Cuadro 29.	Calendario de trabajo para el establecimiento del sistema Plan Vivo.....	116
Cuadro 30.	Datos generales del productor participante en el SPV.....	117
Cuadro 31.	Indicadores de monitoreo de sistemas agroforestales usados por Scolel Té....	118
Cuadro 32.	Información incluida en la base de datos de Scolel Té	119
Cuadro 33.	Tasas internas de retorno de algunos proyectos seleccionados	132
Cuadro 34.	Valor porcentual de CRE que expiran en el tiempo, bajo diferentes tasas de descuento.....	135
Cuadro 35.	Diferencias claves entre tCERs e ICERs con miras a la comercialización del proyecto	136
Cuadro 36.	Países considerados como compradores potenciales de créditos	144
Cuadro 37.	Clasificación de combustibles de origen biológico	154
Cuadro 38.	Fuentes de combustibles de origen biológico	155

Cuadro 39.	Situación de los proyectos en el MDL a abril de 2007	158
Cuadro 40.	Situación de los proyectos de bioenergía en el MDL a abril de 2007	159
Cuadro 41.	Metodologías del MDL para proyectos de bioenergía en pequeña escala	160
Cuadro 42.	Metodologías del MDL para proyectos de bioenergía en gran escala	162
Cuadro 43.	Información requerida en un proyecto de generación eléctrica que usa plantaciones de biomasa.....	166
Cuadro 44.	Guía comparativa de las densidades expresadas en rangos.....	167

Índice de figuras

Figura 1.	Dos ejemplos de adicionalidad financiera	12
Figura 2.	Pasos contemplados en la herramienta de adicionalidad	13
Figura 3.	Parcelas con potencial para actividades de proyecto y su cobertura forestal en diciembre de 1989	26
Figura 4.	Parcelas con potencial para actividades de proyecto y su cobertura forestal en 1992	26
Figura 5.	Parcelas con potencial para actividades de proyecto y su cobertura forestal en 2005	27
Figura 6.	Elementos de una metodología de línea base.....	32
Figura 7.	Selección del enfoque de línea base.....	34
Figura 8.	CRE o toneladas de CO ₂ reducidas	35
Figura 9.	Elementos de la metodología de monitoreo	36
Figura 10.	Ejemplo de estratificación de un proyecto forestal MDL.....	45
Figura 11.	Representación de FEB en función de la biomasa del fuste.....	47
Figura 12.	Ejemplo de una ecuación alométrica para biomasa total en función del diámetro a la altura del pecho.....	48
Figura 13.	Diagrama para la construcción de modelos de crecimiento	50
Figura 14.	Componentes del carbono que determinan cambios en el carbono del suelo tras una plantación.....	56
Figura 15.	Ciclo simplificado del nitrógeno.....	78
Figura 16.	Árbol de decisión sobre la realización de evaluaciones de impacto para proyectos forestales MDL.....	96
Figura 17.	Principios del Sistema Plan Vivo (SPV).....	108
Figura 18.	Interrelación entre los diferentes actores de la planificación comunitaria.....	110
Figura 19.	Bases de la organización comunitaria	111
Figura 20.	Intercambio de experiencias comunitarias	112
Figura 21.	Preguntas a resolver para iniciar la planificación.....	113
Figura 22.	a) Actividades de conservación de suelos promovidas por el proyecto Scolel Té en Rincón Chamula, municipio de Pueblo Nuevo, Solistahuacán, Chiapas. b) Mejoramiento del manejo de gallinas de traspatio en el ejido Reforma Agraria, municipio de Marqués de Comillas, Chiapas	113
Figura 23.	a) Brecha cortafuego y b) brigada del ejido La Corona, municipio de Marqués de Comillas, Chiapas	114
Figura 24.	Ejemplo de un plan vivo de mapa base	115
Figura 25.	Área seleccionada para el establecimiento del SPV.....	116
Figura 26.	Ejemplo de archivo digital.....	117
Figura 27.	Generación de una fuente de tCERs	133
Figura 28.	Generación de ICERs.....	134
Figura 29.	Aplazando el cumplimiento con el uso de reducciones certificadas de emisiones temporales (tCERs).....	135
Figura 30.	Preferencias de los compradores de créditos de carbono entre tCERs e ICERs.....	137
Figura 31.	Razones señaladas por los encuestados como justificantes de las expectativas de precios más bajos para créditos forestales.....	138
Figura 32.	La diferencia de precios entre EUA “a la vista” y contratos de compra de CRE por adelantado puede dividirse en diferentes categorías de riesgo	140

Figura 33.	Tipos de compradores de productos crédito-carbono	142
Figura 34.	Disposición a dar pagos por adelantado en ERPA, manifestada por los compradores	148
Figura 35.	Preferencias y criterios de compra de los compradores de créditos de carbono	148
Figura 36.	Beneficios colaterales de desarrollo sostenible en proyectos forestales MDL	149
Figura 37.	Procesos de conservación energética de la biomasa para producción de calor, electricidad y combustible	157
Figura 38.	Disponibilidad de tecnologías de conversión de bioenergía	158

Anexos

Anexo 1.	Funcionamiento operativo del Sistema Plan Vivo en Scolel Té	121
Anexo 2.	Acta de acuerdos de planificación	122
Anexo 3.	Mapa base de una comunidad participante en Scolel Té	124
Anexo 4.	Formato de evaluación de planes vivos individuales	125
Anexo 5.	Formato de monitoreo	126
Anexo 6.	Formato de la libreta de carbono usada por el proyecto Scolel Té	127

Siglas

Sigla utilizada en el documento	Sigla en inglés	Sigla en español	Significado en español	Significado en inglés
AAU	AAU	-	Permisos de emisión asignados	Assigned Amount Units
AND	AND	AND	Autoridad Nacional Designada	Designed National Authorities
A/R Working Group	A/R Working Group	-	Grupo de trabajo en Forestación /Reforestación	A/R Working Group
BCF	BCF	-	Fondo Bio-Carbono del Banco Mundial	BioCarbon Fund
BF	-	BF	Biomasa Fuste	Trunk Biomass
BT	-	BT	Biomasa Total	Total Biomass
BVA	-	BVA	Biomasa arriba del suelo	Above ground Biomass
BVB	-	BVA	Biomasa viva abajo del suelo	Below Ground Biomass
CCB	CCB	-	Clima, Comunidad y Biodiversidad	Climate Community & Biodiversity
CdC	LoC	CdC	Carta de compromiso	Letter of Commitment
CDCF	CDCF	-	Fondo del Carbono para el Desarrollo de Comunidades	Community Development Carbon Fund
Cdi	LoI	Cdi	Carta de intención	Letter of Intention
CRE	CERs	CRE	Certificados de Reducciones de Emisiones	Certified Emissions Reductions
CERSPA	CERSPA	-	Acuerdo de Compra y Venta de Reducciones Certificadas de Emisiones	Certified Emission Reductions Sale and Purchase Agreement
COS	-	COS	Carbono orgánico en el suelo	Soil Organic Carbon
DAP	DBH	DAP	Diámetro a la altura del pecho	Diameter breast height
EOD	DOE	EOD	Entidad Operativa Designada	Designated Operational Entities
EIA	EIA	EIA	Evaluación de Impacto Ambiental	Environmental Impact Assessment
EISE	SEIA	EISE	Evaluación de Impacto Socioeconómico	Socioeconomic Impact Assessment
ERPA	ERPA	-	Acuerdo de compra de reducción de emisiones	Emission Reduction Purchase Agreement
ERP	PRA	ERP	Evaluación Rural Participativa	Participative Rural Assessment
ERU	ERU	-	Unidades de Reducción de Emisiones	Emission Reduction Units
EU ETS	EU ETS	-	Sistema Europeo de Comercio de Emisiones	European Union Emission Trading Scheme
FEB	BEF	FEB	Factor de expansión de biomasa	Biomass Expansion Factor
FODA	SWOT	FODA	Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas	Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats
FONAFIFO	-	FONAFIFO	Fondo Nacional de Financiamiento Forestal	-
FR	AR	FR	Forestación - Reforestación	Aforestation - Reforestation
FSC	FSC	-	Consejo de Administración Forestal	Forest Stewardship Council
GEI	GHG	GEI	Gases de Efecto Invernadero	Green House Gases
GPS	GPS	SPG	Sistemas de posicionamiento global	Global positioning system
IPCC	IPCC	PICC	Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático	Intergovernmental Panel on Climate Change
JD	EB	JD	Junta Directiva	Executive Board
ICER	ICERs	ICER	Reducciones Certificadas de Emisiones de largo plazo	Long term Certified Emissions Reductions
LULUCF	LULUCF	UTCUTF	Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y forestería	Land use, land use change and forestry
MDL	CDM	MDL	Mecanismo de desarrollo Limpio	Clen Development Mechanism
M&P	M&P	M&P	Modalidades y Procedimientos	Modalities and Procedures
ONG	NGO	ONG	Organización No gubernamental	Non-governmental organization
DDP	DDP	DPP	Documento de diseño de proyecto	Project Design Documents
PK	KP	PK	Protocolo de Kioto	Kioto Protocol
PPN	NPP	PPN	Productividad primaria neta	Net Primary Production
RAAKS	RAAKS	-	Evaluación rápida de sistemas de conocimiento en agricultura	Rapid Appraisal of Agricultural Knowledge Systems
RMU	RMU	-	Remoción de emisiones	Emission Removal
SAR	SAR	RAS	Radar de Apertura Sintética	Synthetic Aperture Radar
SIG	GIS	SIG	Sistemas de información geográfica	Geographical information system
SOP	SOP	-	Guía de procedimientos Estándares	Standard Operating Procedure
SPV	-	-	Sistema Plan Vivo	Plan Vivo System
tCER	tCERs	tCER	Reducciones Certificadas de Emisiones temporales	Temporal Certified Emissions Reductions
CMNUCC	UNFCCC	CMNUCC	Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático	United Nations Framework Convention on Climate Change
VRE	VERs	VRE	Reducciones de Emisiones Verificadas, no certificadas	Verified Emission Reductions

Presentación

La mitigación del cambio climático es prioritaria para la mayoría de los países del mundo y aunque los países en vías de desarrollo, por ahora, no tienen responsabilidades de reducción de emisiones, sus contribuciones pueden ser recompensadas. Muchos son los proyectos que pueden generar reducciones/remociones de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y recibir un reconocimiento monetario por este servicio: los forestales y de bioenergía están en la lista. El aumento de la cobertura vegetal a través de plantaciones forestales, sistemas agroforestales, sistemas silvopastoriles y regeneración forestal asistida remueve CO₂ de la atmósfera a través del proceso de fotosíntesis, mientras que la biomasa y los residuos de biomasa usados para la generación de energía reducen las emisiones GEI a través de la sustitución de combustibles fósiles y la evitación de su decaimiento/liberación.

Existen ya varias experiencias de proyectos que han transado el servicio de reducción/remoción de emisiones en el mercado del carbono. Estos proyectos pueden ser elementos importantes de una estrategia para alcanzar metas del milenio y promover el desarrollo sostenible en países en desarrollo. Por generarse en el sector uso de la tierra, tienen el potencial de contribuir a mejorar los medios de vida de millones de personas que viven en pobreza extrema en el sector rural, y aún más, mejorar su capacidad para reponerse de los impactos del cambio climático. Además, bien diseñados, pueden contribuir a revertir procesos de degradación ambiental como la desertificación y mejorar la conectividad de paisajes en beneficio de la biodiversidad y los ecosistemas.

El mercado del carbono ha movilizó recursos financieros desde hace más de 15 años y está en pleno crecimiento. En 2007 por ejemplo, movilizó US\$64 billones, 2.5 veces más que el año anterior (World Bank. 2008. State and Trends of the Carbon Market 2008. Washington, D.C. May 2008). Reducciones de GEI logradas en proyectos forestales y de bioenergía han sido transadas tanto en el segmento de mercado regulado como en el voluntario. El regulado transa reducciones generadas según las regulaciones de las Naciones Unidas como los Certificados de Reducción de Emisiones (CRE) producidos bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) del Protocolo de Kioto. El volumen de CRE transado en 2007 alcanzó un valor de US\$12.8 billones, cerca del 20% del valor del mercado total.

En 2007, del total de proyectos MDL registrados, 37% estuvieron relacionados con la producción de energía ó combustibles a partir de biomasa y residuos de biomasa, la mayoría enraizados en la agroindustria y la industria forestal. Sin embargo, canalizar beneficios de este mercado hacia proyectos con múltiples actores todavía requiere fortalecer capacidades técnicas y de gestión del recurso y de proyectos. Por otro lado, los proyectos forestales son todavía mucho menos abundantes; enfrentan barreras que han limitado su participación a un escaso 1% del número total de proyectos. Estas barreras son de dos tipos: las tradicionales del sector forestal, como naturales (crecimiento lento de los árboles), financieras, institucionales y de capacidades; y las relacionadas con la reducción de emisiones, como regulatorias, de mercado, técnicas y de capacidades. Afortunadamente las técnicas han sido en su mayoría superadas y las regulatorias y de mercado tienden a disminuir con el aumento de consciencia de los compradores de reducciones de emisiones sobre el potencial de los proyectos forestales de impactar el desarrollo sostenible.

Esta guía, preparada por el proyecto FORMA, pretende promover este tipo de proyectos, asistiendo al desarrollador de proyectos MDL en la producción de CRE a partir de proyectos forestales y de bioenergía. Algunos elementos de esta guía servirán también para producir VRE (Reducciones de Emisiones Verificadas, no certificadas) transables en el mercado voluntario de carbono.

La guía se presenta en 10 secciones. En la sección 1 se introducen los principales conceptos del MDL y en las restantes se desarrollan en forma de preguntas frecuentes* sobre el diseño de proyectos, que son respondidas siguiendo las modalidades y procedimientos de MDL. Los proyectos forestales se tratan en las secciones de la 2 a la 9. La segunda sección responde preguntas frecuentes sobre adicionalidad; la tercera trata los conceptos y la manera de demostrar la elegibilidad de las tierras; la cuarta se refiere a preguntas relacionadas con la selección y aplicación de metodologías para la estimación de remociones antropogénicas netas por los sumideros; la quinta aborda las estimaciones de carbono en especies arbóreas y en los reservorios de carbono; la sexta trata la estimación de emisiones en el escenario de proyecto y de fugas; y la séptima desarrolla el tema de impactos socioeconómicos y ambientales de proyectos forestales MDL y su aporte al desarrollo sostenible del país huésped. En la octava se presenta el manual de la herramienta Plan Vivo para la planificación de proyectos forestales que involucran a varios propietarios de pequeños predios. En la sección 9 se desarrollan las principales dudas relacionadas con el tema de mercados de carbono para proyectos forestales. Los proyectos de bioenergía se tratan en la sección 10. Se abordan los tipos de proyectos y metodologías existentes, algunos cálculos relevantes, estimaciones representativas, así como fuentes de información relevantes para el desarrollador de este tipo de proyectos.

Finalmente la guía presenta un diccionario español-inglés de términos forestales y de cambio climático que son útiles para redactar el DDP de un proyecto MDL forestal. Este diccionario pretende colaborar con el desarrollador de proyectos latinoamericano que necesita reforzarse para presentar la documentación en idioma inglés.

Para cada uno de los temas de esta guía existe numerosa bibliografía que merecería ser mencionada; sin embargo, se incluye solamente la que es más útil y actual para la formulación de proyectos MDL. Para los temas que no son tratados se hace referencia a documentos que pueden servir de apoyo. La información referente a estimaciones de carbono, emisiones y fugas se refiere a las ocho primeras metodologías aprobadas por la Junta Directiva del MDL.

El proyecto FORMA desea agradecer la contribución de Andrea García Guerrero, Martin Schröder, Abigail Fallot, Claudia Boroucle, Walter Oyhantçabal, y Jeimmy Avendaño.

Lucio Pedroni, Ph.D.
Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE
Líder del Grupo Cambio Global
Correo electrónico: lpedroni@catie.ac.cr

* Las preguntas frecuentes se originaron en talleres, actividades de capacitación y de asistencia técnica a 10 proyectos MDL forestales del proyecto FORMA. Además se contó con la valiosa experiencia de Tüv Süd como validador de proyectos forestales y de reconocidos consultores y expertos en el tema.

1 Introducción

Zenia Salinas*, Celia Martínez Alonso**

*Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE
Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, INIA-CATIE**

1.1 La convención sobre el clima y el Protocolo de Kioto

En la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), (1992) los países del mundo reconocieron el problema del calentamiento global y acordaron hacer esfuerzos para reducirlo. El objetivo de la convención es estabilizar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a un nivel que prevenga interferencias antropogénicas peligrosas con el sistema climático. Se estableció que la meta se alcanzaría en un plazo que permita que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, que asegure que la producción de alimentos no se vea amenazada y que garantice las condiciones para el desarrollo sostenible.

Los países que son parte de la convención han acordado llevar a cabo acciones contra el cambio climático en sectores como la agricultura, industria, energía, recursos naturales y actividades en las zonas costeras. También han acordado desarrollar programas nacionales para reducir voluntariamente el cambio climático. La convención reconoce la responsabilidad histórica de las naciones “desarrolladas” y economías en transición por la contaminación de la atmósfera (países del Anexo I). Estos países deben ofrecer regularmente inventarios actualizados de sus emisiones.

Mientras tanto, los países “en desarrollo” (No Anexo I) son animados a reportar sus inventarios de GEI (UNFCCC 1992b).

El Protocolo de Kioto (PK)¹ es una adición al documento de la convención en la cual se establecen explícitamente metas cuantificadas de reducción de GEI para un grupo de países comprendidos en el Anexo B del protocolo (aproximadamente el Anexo 1 de la convención). La meta del PK es “lograr que el total de las emisiones de dichos países alcance un nivel inferior en no menos de 5% a las del año 1990, en el período de compromiso comprendido entre los años 2008 y 2012” (UNFCCC 1997a). Bajo el PK, en el primer período de cumplimiento los países en desarrollo no tienen compromisos cuantificados de reducción, pero pueden participar voluntariamente en la reducción de emisiones (UNFCCC 1997c).

1.2 El MDL

El Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) fue creado bajo el PK con el objetivo de ofrecer a los países del Anexo B flexibilidad² para cumplir con sus metas de reducción de emisiones de manera efectiva y a los países No Anexo B una forma de participar y promover su desarrollo sostenible. El MDL es el único mecanismo que permite que las reducciones/remociones de GEI logradas en

¹ El PK ha sido ratificado por 181 países y una organización regional de integración económica (septiembre de 2007).

² Otros mecanismos de flexibilidad son Implementación Conjunta y Comercio de Emisiones.

proyectos realizados en países en vías de desarrollo puedan ser usadas por los países del Anexo B como un permiso para emitir una cantidad de CO₂ o gases no-CO₂ igual a la cantidad adquirida. El MDL también tiene como objetivo contribuir con el desarrollo sostenible del país que hospeda el proyecto (UNFCCC 1997b).

Las reducciones/remociones logradas en un proyecto MDL se expresan en toneladas de CO₂ equivalente (tCO₂e)³ y su certificación produce certificados de reducción de emisiones (CRE). El período en que un proyecto produce los CRE es llamado período de acreditación.

La certificación y emisión de los CRE logrados en un proyecto MDL se da una vez que una entidad operativa designada (EOD), acreditada por la Junta Directiva (JD) del MDL⁴, haya verificado que el reclamo de los certificados se basa en los resultados del plan de monitoreo (UNFCCC 2005p). El plan de monitoreo, a su vez, se realiza con base en una metodología aprobada por la JD, y es establecido en el Documento de Diseño de Proyecto (DDP).

El DDP es el documento formal que contiene toda la información sobre el proyecto, incluyendo la estimación ex ante de las reducciones/remociones que el proyecto logrará cada año del período de acreditación. Al igual que el monitoreo, las estimaciones se realizan con base en una metodología aprobada por la JD. El formato oficial del DDP y las guías para llenarlo se encuentran en el sitio Web del MDL⁵.

El DDP, debe ser sometido a la validación de una EOD⁶ (UNFCCC 2005o). La EOD comprueba la correspondencia del DDP con las modalidades y procedimientos (M&P) del MDL⁷, así como también

la consistencia del proyecto. Además, confirma que la Autoridad Nacional Designada⁸ (AND) por el país huésped del proyecto ha aprobado que el proyecto contribuye al desarrollo sostenible del país. Si el resultado de la validación es positivo, el proyecto es registrado ante la JD del MDL.

Estos pasos corresponden al ciclo de un proyecto MDL. Es preciso conocerlos en detalle, así como también conocer los procedimientos y los requerimientos formales a seguir en cada uno de ellos y las particularidades de los procedimientos según la escala⁹ del proyecto. Estos procedimientos y definiciones se encuentran reglamentados en las decisiones CMP/2005/8/Add.1 Decisiones 1-6/ CMP.1 del PK y en esta guía se tratan en la sección 4, acápite 4.8.

Existen ya muchas guías sobre MDL que reúnen y presentan de manera sencilla la información sobre el ciclo de un proyecto MDL. Por ejemplo la guía de UNEP 2004 trata las generalidades sobre el ciclo de un proyecto MDL. Sobre la relación del ciclo de proyecto con etapas de comercialización de CRE: Neeff y Henders (2007a); sobre el tiempo necesario para cada etapa del ciclo del proyecto: UNEP (2007). En la sección 4 de esta guía se abordan preguntas frecuentes sobre cómo se presenta un DDP .

1.3 Proyectos forestales MDL

Existen 15 categorías de actividades de proyecto elegibles¹⁰ en el MDL. Los proyectos forestales son la categoría No. 14 (más información sobre las otras categorías en la sección 10.3 de esta guía). Dentro de esta categoría, solo son elegibles las actividades de fôrestación¹¹ y reforestación.

³ Los gases incluidos en la CMNUCC son dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hexafluoruro de azufre (SF₆), hidrofluorocarbonos (HFC) y perfluorocarbonos (PCF). La unidad equivalente para expresar todos estos gases es CO₂e.

⁴ La CMNUCC ha creado varias instituciones que son parte del proceso de regulación del MDL.

⁵ <http://cdm.unfccc.int>

⁶ Si el proyecto es de escala normal, la EOD que valida el DDP no es la que verifica las remociones/reducciones logradas por el proyecto.

⁷ CMP/2005/8/Add.1/Decisiones 1/CPM.1, 2/CPM.1, 3CPM.1, 5CPM.1y 6CPM.1.

⁸ La lista de AND y sus contactos se encuentra en www.cdm.unfccc.int.

⁹ Ver acápite 1.3.8 de la sección uno de esta guía lo referente a la escala en proyectos forestales y la sección 10.6 para proyectos de bioenergía.

¹⁰ Ver las categorías en <http://cdm.unfccc.int/>

¹¹ La forestación ocurre en tierras que no han tenido bosque al menos en los últimos 50 años.

Las M&P para proyectos forestales MDL reglamentan temas específicos como la elegibilidad de las tierras, la no permanencia de las remociones logradas y los impactos socioeconómicos del proyecto. Además incluyen temas comunes a otras categorías de proyectos, como adicionalidad, línea base, monitoreo, emisiones ocasionadas por el proyecto dentro y fuera de su límite y los impactos ambientales ocasionados.

1.3.1 La no permanencia

La preocupación por el riesgo de reemisión (por tala, quema, etc.) del CO₂e removido por proyectos forestales dio origen al concepto de “no permanencia”, un tema arduo en las negociaciones internacionales sobre MDL forestal. Al respecto, las M&P definen que los CRE generados en proyectos forestales tienen una vida útil finita, contrario a las reducciones de CO₂e logradas en proyectos MDL de otras categorías. Por lo tanto, los créditos forestales son temporales es decir una forma de rentar, por períodos predeterminados, el servicio ambiental de captura de carbono (Pearson 2006). Los países o empresas que compran este tipo de certificados tendrán que reemplazarlos en un plazo dado, ya sea con otros CRE forestales, los CRE de proyectos de reducción en la fuente o con reducción de sus propias emisiones. Por esto no es sorprendente que en el mercado internacional del carbono el valor de los CRE forestales sea menor que permanentes.

Existen dos métodos para contabilizar los CRE forestales: los CRE temporales o de corto plazo (*tCREs*) y los CRE de largo plazo (*ICREs*). El desarrollador de proyectos debe definir en el DDP el método que utilizará. Las reglas que gobiernan la no permanencia en proyectos forestales se encuentran en la decisión CMP/2005/8/Add.1/5/ CMP.1 p. 70–74. Afortunadamente existen guías y documentos que facilitan la interpretación de la no permanencia. Por ejemplo, en la *Guía sobre los mercados y la comercialización de proyectos forestales MDL* del proyecto FORMA (<http://www.proyectoforma.com>), se puede encontrar información sobre el método que conviene escoger, las variables a considerar para la elección y el método que prefieren los compradores de forestales CRE.

En esta guía se abordan detalles sobre CRE forestales en la sección 9, acápites 9.3, 9.4 y 9.5.

Bibliografía recomendada:

- Bird, D.N; Dutschke, M; Pedroni, L; Schlamadinger, B; Vallejo, A. 2004 (online): Should one trade *tCERs* or *ICERs*? ENCOFOR. <http://www.joanneum.at/enconfor/publication>.
- Dutschke, M; Kapp, G; Lehmann, A; Schäfer, V. 2006. Risks and chances of combined forestry and biomass projects under the clean development mechanism. UNEP. CD4CDM working paper No. 1. Denmark.
- IGES and Ministry of the Environment of Japan. 2007. CDM in charts Ver.1.1 updated up to the results of the EB31. Ed. Mizuno, Y. Japan. 83 p. Disponible en <http://www.iges.or.jp/en/cdm/report01.html>.
- Ministry of the Environment of Japan and Global Environment Centre Foundation. 2005. CDM Manual for project developers and policy makers. Japan. 106 p. Disponible en http://gec.jp/gec/gec.nsf/en/Publications-Reports_and_Related_Books-CDM-Manual-2005.
- Pearson, T; Walker, S; Brown, S. 2006. Guidebook for the formulation of afforestation and reforestation projects under the Clean Development Mechanism. ITTO Technical Series 25. Japan. 53 p. Disponible en http://www.itto.or.jp/live/Live_Server/2863/ts25e.pdf.
- Streck, C; O'Sullivan, R. 2007. Environment and community based framework for designing afforestation, reforestation and revegetation projects in the CDM: methodology development and case studies. Legal Tools for the Encofor Programme. Climate Focus BV. Disponible en <http://www.joanneum.at/encofor>.

1.3.2 La adicionalidad

La adicionalidad es un requisito de todas las categorías de proyectos MDL. Demostrar adicionalidad es probar que las reducciones/remociones de CO₂ logradas por el proyecto no habrían ocurrido en su ausencia (UNFCCC 2005e); es decir, que la actividad de proyecto propuesta no es parte del “negocio de costumbre”. La EOD, al validar el DDP, confirmará la adicionalidad del proyecto (UNFCCC 2005f).

La adicionalidad es importante porque los CRE generados en un proyecto serán utilizados por los compradores como permisos para emitir una cantidad de GEI igual a la adquirida en los CRE. Si el proyecto no es adicional, la atmósfera estará recibiendo una cantidad de emisiones que no ha sido debidamente compensada, lo que resultará en un nivel más alto de emisiones del que existiría si no se hubiera hecho la transacción de los CRE.

La demostración de adicionalidad es tratada en forma de preguntas frecuentes en la sección 2 de esta guía.

1.3.3 La elegibilidad de las tierras

Para evitar que el establecimiento de proyectos MDL de forestación o reforestación resulte en incentivos a la deforestación, se establecieron reglas para determinar en cuáles tierras se pueden establecer estos proyectos. Las pruebas instituidas por las partes del PK y requeridas por la JD para demostrar la elegibilidad de las tierras y la manera de evaluar los parámetros en el campo se presentan en forma de preguntas frecuentes en la sección 3 de esta guía.

1.3.4 Remociones antropogénicas netas del proyecto

Las tCO₂e que se convertirán en los CRE del proyecto se conocen como “remociones antropogénicas netas por los sumideros” (UNFCCC 2005g) y se obtienen de un cálculo simple: CO₂e en el escenario de proyecto¹² menos CO₂e en el escenario de línea base menos emisiones de CO₂e por fugas. Los componentes de esta ecuación se detallan de manera simple a continuación y se citan documentos y las secciones de esta guía en donde se puede encontrar más información.

1.3.4.1 Línea base y escenario de proyecto

El MDL es un mecanismo basado en la acreditación de cambios en emisiones de GEI que ocurren con respecto a una línea de referencia o línea base (Manguiat et al. 2005, Pearson et al. 2005, 2006). Estos cambios deben ser reales, medibles, y brindar beneficios de largo plazo con respecto a los objetivos de mitigación del cambio climático (UNFCCC 1997d). Por esta razón, las estimaciones de dichos

cambios se realizan utilizando una metodología aprobada por la JD del MDL.

El primer paso para cuantificar las emisiones de la LB es determinar de manera transparente y conservadora cuál es el escenario que razonablemente representa las emisiones de GEI que ocurrirían en ausencia del proyecto (UNFCCC 2005h). Una vez determinada la línea base, se estima el cambio que habría ocurrido, en las existencias de carbono de los reservorios dentro del límite de proyecto (UNFCCC 2005k).

Para estimar los cambios en existencias de carbono en la línea base y en el escenario de proyecto, es necesario modelar la captura de carbono en las especies involucradas. Las preguntas más frecuentes sobre este tema se abordan en la sección 5 de esta guía.

Las “remociones de GEI reales netas por los sumideros” logradas con el proyecto resultan de sumar los cambios verificables en las existencias de carbono en los reservorios, dentro de los límites del proyecto, menos las emisiones de GEI por las fuentes; se supone que las remociones deben aumentar con respecto a la línea base, como resultado de la implementación del proyecto (UNFCCC 2005l). Las remociones y emisiones del proyecto también se deben calcular siguiendo una metodología aprobada por la JD de MDL.

1.3.4.2 Fugas

Los proyectos que reducen emisiones pueden alterar las emisiones de GEI fuera de los límites del proyecto, provocando con ello un aumento en las emisiones o reducción en las remociones. Esto se conoce como fuga y se define formalmente como “el incremento en emisiones de GEI por las fuentes que ocurre fuera del límite del proyecto y que es medible y atribuible al proyecto” (UNFCCC 2005m). La estimación de las fugas debe realizarse siguiendo una metodología aprobada por la JD del MDL. Los temas que generan más dudas son los tipos de fugas y cómo determinar la significancia de una fuente de emisión. Estos y otros problemas son tratados en la sección 6 de esta guía.

¹² Remoción de CO₂e menos las emisiones de CO₂e del proyecto.

1.3.5 Monitoreo

El monitoreo es el proceso de recolección de información relevante, de manera transparente y verificable, para determinar periódica y exactamente las remociones antropogénicas netas logradas con el proyecto. El monitoreo se realiza durante la implementación del proyecto según un plan establecido en el DDP. La metodología para diseñar el monitoreo debe ser aprobada por la JD y puede ser cambiada durante la fase de implementación si la EOD verificadora lo recomienda.

El plan de monitoreo incluye el procedimiento para asegurar y controlar la calidad de la información recolectada, así como el procedimiento usado en el cálculo de los GEI emitidos/removidos por las fuentes y los sumideros incluidos en la metodología que está usando el proyecto. Las modalidades y procedimientos sobre el monitoreo se encuentran en las decisiones CMP/2005/8/Ad1, 3/CMP.1 p17 para 53-60 y (CMP/2005/8/Ad1, 5/CMP.1 p67 para 25-30).

En la sección 6 de esta guía se presentan respuestas a preguntas frecuentes sobre monitoreo de remociones de los GEI llevadas a cabo en proyectos forestales.

Bibliografía recomendada

- Neeff, T; Henders, S. 2007. Guía sobre los mercados y la comercialización de Proyectos MDL forestales. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 45 p. Disponible en <http://www.proyectoforma.com>.
- Pearson, T; Walker, S; Brown, S. 2005. Sourcebook for land use, land use change and forestry projects. Disponible en <http://www.biocarbonfund.org>.
- Pearson, T; Walker, S; Brown, S. 2006. Guidebook for the formulation of afforestation and reforestation projects under the Clean Development Mechanism. ITTO Technical Series 25. Japan. 53 p. Disponible en http://www.itto.or.jp/live/Live_Server/2863/ts25e.pdf.

1.3.6 Metodologías

La estimación de las remociones antropogénicas netas del proyecto y su monitoreo se realiza utilizando una metodología aprobada por la JD. A la fecha de publicación de esta guía, se han aprobado ocho metodologías para proyectos de escala normal y una metodología para proyectos de pequeña escala, las cuales están disponibles en el sitio Web del MDL (<http://cdm.unfccc.int>). Un desarrollador de proyectos puede escoger entre una metodología que se ajuste a la situación de proyecto o someter una nueva para la aprobación de la JD del MDL. En la sección 4 de esta guía, se da respuesta a las preguntas más comunes sobre este tema.

1.3.7 Impactos socioeconómicos y ambientales

Las M&P de proyectos forestales MDL establecen que los participantes del proyecto deben brindar información en el DDP sobre los resultados del análisis de impactos ambientales y socioeconómicos fuera y dentro de los límites del proyecto. Si los impactos negativos son significativos, se debe realizar una evaluación de impacto ambiental y/o socioeconómico, según las leyes del país que hospeda el proyecto. Los participantes del proyecto deben además confirmar que la evaluación se ha realizado conforme las leyes nacionales y describir el plan de monitoreo y de medidas compensatorias para abordar los impactos negativos significativos (UNFCCC 2005n).

La EOD confirma con la AND la aprobación de que el proyecto contribuye con el desarrollo sostenible del país. Además, corroborará la forma en que los actores relacionados con el proyecto fueron consultados así como también si sus comentarios fueron tomados en cuenta en el diseño del proyecto. Estos y otros temas se abordan en la sección 7 de esta guía.

1.3.8 Escala de un proyecto MDL forestal

Un proyecto forestal MDL cuya proyección de las remociones antropogénicas netas de GEI por los sumideros no excede las 8 ktCO₂e¹³ por año en

¹³ En la COP13 en Bali se decidió aumentar el límite de la pequeña escala para proyectos MDL de forestación y reforestación a 16 kilotoneladas de CO₂e por año.

un período de verificación y que es desarrollado o implementado por comunidades o individuos de bajos ingresos, es un proyecto de pequeña escala (UNFCCC 2005ñ). Para reducir los costos de transacción de este tipo de proyectos, se han definido M&P simplificados, los cuales son reglamentados en CMP/2005/8/Ad1, 6/CMP.1 p. 81–92.

Las simplificaciones incluyen la posibilidad de agrupamiento de proyectos en algunas etapas del ciclo de proyectos; la eliminación de requerimientos en el DDP, en la metodología de línea base y en el plan de monitoreo y la posibilidad de que la misma EOD que valida pueda verificar las remociones logradas por el proyecto. Las reglas se encuentran en CMP/2005/8/Ad1, 6/CMP.1 p. 81–92.

La JD creó un grupo de trabajo sobre pequeña escala, que es responsable de hacer recomendaciones sobre metodologías de línea base y monitoreo para actividades de este tipo de proyectos (UNFCCC 2006b). Dado que los formatos de DDP y las metodologías son diferentes según la escala del proyecto, el desarrollador debe evaluar cuidadosamente si su proyecto es de pequeña escala. Se sugiere constatar el umbral de toneladas reducidas o removidas que define la escala del proyecto pues un incremento en este valor podría cambiar la viabilidad económica de algunos proyectos o convertir proyectos de escala completa en pequeña escala.

Bibliografía recomendada

- Dutschke, M; Kapp, G; Lehmann, A; Schäfer, V. 2006. Risks and chances of combined forestry and biomass projects under the clean development mechanism. UNEP. CD4CDM working paper No. 1. Denmark.
- Locatelli, B; Pedroni, L. 2006. Will simplified modalities and procedures make more small-scale forestry projects viable under the Clean Development Mechanism? Mitigation and adaptation Strategies for Global Change. p. 621–643

1.3.9 Planificación de proyectos forestales MDL que involucran a múltiples propietarios de pequeñas parcelas de tierra

Las M&P de proyectos MDL forestales no restringen el tipo y la cantidad de actores que un proyecto puede tener. Sin embargo éste puede ser un criterio importante para la AND en la evaluación de la contribución del proyecto al desarrollo sostenible del país huésped. Los proyectos que involucran a muchos propietarios de la tierra (proyectos sombrilla) son a menudo apreciados porque tienen un potencial alto de contribuir al desarrollo socioeconómico de zonas rurales empobrecidas de países en desarrollo.

Sin embargo obtener estos beneficios no es tarea fácil. Diseñar proyectos sombrilla para producir CRE requiere de un esfuerzo de planificación participativa para lograr que los participantes conozcan el servicio que están produciendo, así como los beneficios y los compromisos que podrían adquirir como resultado del proyecto. La participación de los actores locales en el diseño, implementación y monitoreo del proyecto, en el sistema de cuentas y en la distribución de beneficios puede favorecer la efectividad del proyecto.

Plan Vivo es una herramienta de planeamiento para el manejo de recursos naturales en pequeñas parcelas de múltiples propietarios que ha sido usada para planificar proyectos que comercian el servicio ambiental de remoción de carbono en el mercado voluntario; sin embargo, tiene gran potencial para adaptarse a la planificación de proyectos MDL. En la sección 8 se presentan preguntas frecuentes sobre esta herramienta.

1.3.10 Mercados de carbono

A la fecha de publicación de esta guía, se han emitido más de 82 millones de CRE y se espera que para el 2012 los proyectos registrados produzcan más de 1.050 millones¹⁴. Los proyectos forestales han aportado poco a estas cifras: de los 803 proyectos registrados, solamente uno es forestal.

¹⁴ Las estadísticas sobre registro de proyectos puede encontrarse en www.cdm.unfccc.int y en www.cd4cdn.org.

Una de las razones principales de este retraso es que las M&P para este tipo de proyectos fueron definidas dos años más tarde que las de proyectos de los otros sectores. Además la dificultad de aplicar las metodologías de línea base y monitoreo fue por mucho tiempo una importante barrera técnica. Afortunadamente las barreras técnicas han sido superadas; existen varias herramientas que facilitan el diseño de proyectos MDL forestales. Las barreras que todavía dificultan este tipo de proyectos son las financieras; sin embargo la evolución del mercado de carbono podría contribuir a derribarlas.

En la sección 9 de esta guía, se responden preguntas frecuentes sobre este tema. Otra información relevante para los diseñadores de proyecto es lo relacionado con los contratos de compra y venta de CRE. El proyecto se debe basar en un marco legal sólido y satisfacer requerimientos regulatorios y de planificación locales y nacionales.

El sitio Web <http://www.cerspa.org/> ofrece información en español sobre el Acuerdo de Compra y Venta de Resoluciones Certificadas de Emisiones (CERSPA). CERSPA es una plantilla de contrato abierta y libremente modificable para la compra y venta de los CRE generados con MDL. El Documento Guía del acuerdo explica los términos contenidos en el CERSPA y ofrece cláusulas alternativas que pueden ajustarse a las diferentes transacciones.

Bibliografía recomendada

Para proyectos MDL en general:

Baker&Mc Kenzie. 2008. Clean Development Mechanism Rules, Practice & Procedure. Disponible en el sitio: www.cdmrulebook/pageid/534

cd4cdm pipeline. <http://www.cd4cdm.org>

Manguiat, M; Verheyen, R; Mackensen, J; Scholz, G. 2005. Legal aspects in the implementation of CDM forestry projects. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 70 p. Disponible en <http://www.iucn.org/themes/law/pdffdocuments/EPLP59EN.pdf>.

Para proyectos MDL forestales:

Streck, C; O'Sullivan, R. 2007. Environment and community based framework for designing afforestation, reforestation and revegetation projects in the CDM: methodology development and case studies. Legal Tools for the Encofor Programme. Climate Focus BV. Disponible en www.joanneum.at/encofor

Neeff, T; Henders, S. 2007. Guía sobre los mercados y la comercialización de Proyectos MDL forestales. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 45 p. Disponible en www.proyectoforma.com.

1.4 Bibliografía

Pearson, T; Walker, S; Brown, S. 2005. Sourcebook for land use, land use change and forestry projects.

Pearson, T; Walker, S; Brown, S. 2006. Guidebook for the formulation of afforestation and reforestation projects under the Clean Development Mechanism. ITTO Technical Series 25. Japan. 53 p.

Pedroni, L. 2007. Estimación de las remociones antropogénicas netas por los sumideros. Material de enseñanza. CATIE. Turrialba Costa Rica.

UNFCCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático).1992a. Convención sobre el cambio climático; Art. 2. Bonn, DE.

_____. 1992b. Convención sobre el cambio climático; Art. 4. Bonn, DE.

_____. 1997a. El Protocolo de Kioto de la Convención sobre el cambio climático; Art. 3.

_____. 1997b. El Protocolo de Kioto de la Convención sobre el cambio climático; Art. 12, para. 3b.

_____. 1997c. El Protocolo de Kioto de la Convención sobre el cambio climático; Art. 12, para. 5(a).

_____. 1997d. El Protocolo de Kioto de la Convención sobre el cambio climático; Art. 12, para. 5(b).

_____. 2005e. Modalities and procedures for a clean development mechanism as defined in Article 12 of the Kyoto Protocol. CMP/2005/8/Ad1, 3/CMP.1 p. 16 para. 43.

- _____. 2005f. Modalities and procedures for a clean development mechanism as defined in Article 12 of the Kyoto Protocol. (CMP/2005/8/Ad1, 3/CMP.1 p. 14 para. 37d).
- _____. 2005g. Modalities and procedures for a clean development mechanism as defined in Article 12 of the Kyoto Protocol. CMP/2005/8/Ad1, 5/CMP.1 p. 62 para. 1(f).
- _____. 2005h. Modalities and procedures for a clean development mechanism as defined in Article 12 of the Kyoto Protocol. CMP/2005/8/Ad1, 3/CMP.1 p. 16 para. 44.
- _____. 2005k. Modalities and procedures for a clean development mechanism as defined in Article 12 of the Kyoto Protocol. CMP/2005/8/Add.1/5/CMP.1 p. 62 para. 1(c).
- _____. 2005l. Modalities and procedures for a clean development mechanism as defined in Article 12 of the Kyoto Protocol. CMP/2005/8/Add.1/5/CMP.1 p. 62 para. 1(d).
- _____. 2005m. Modalities and procedures for a clean development mechanism as defined in Article 12 of the Kyoto Protocol. CMP/2005/8/Ad1, 5/CMP.1 p. 62 para. 1(e).
- _____. (2005n). Modalities and procedures for a clean development mechanism as defined in Article 12 of the Kyoto Protocol. CMP/2005/8/Ad1, 5/CMP.1 p. 64 para. 12 (c).
- _____. 2005ñ. Modalities and procedures for a clean development mechanism as defined in Article 12 of the Kyoto Protocol. CMP/2005/8/Ad1, 5/CMP.1 p. 62 para. 27.
- _____. 2005o. Modalities and procedures for a clean development mechanism as defined in Article 12 of the Kyoto Protocol. CMP/2005/8/Ad1, 3/CMP.1 p. 64 para. 1(e).
- _____. 2005p. Modalities and procedures for a clean development mechanism as defined in Article 12 of the Kyoto Protocol. CMP/2005/8/Ad1, 5/CMP.1 p. 70 para. 31.
- _____. 2006b. Revised terms of reference for a working group to assist the executive board in reviewing proposed methodologies and project categories for small-scale CDM project activities (SSC WG) (version 02). EB23 Anx20, para.1.



2 Preguntas frecuentes sobre adicionalidad en proyectos forestales MDL

Bruno Locatelli*, Martin Schroeder**

*Centro Internacional de Investigación Agronómica para el Desarrollo, CIRAD–
Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE

**Tüv Süd

2.1 ¿Qué es la adicionalidad?

La adicionalidad es uno de los conceptos fundamentales del MDL. Según la definición del MDL en el texto del PK, las reducciones o remociones de GEI deben ser “adicionales” a lo que hubiese ocurrido de no haberse implementado el proyecto MDL (artículo 12.5c). La adicionalidad es una condición necesaria a la integridad ambiental del PK, cuyo objetivo es lograr la estabilización de la concentración de GEI en la atmósfera. Si un proyecto se hubiese realizado de la manera usual (*business as usual*), se podrían vender créditos de carbono y permitir a un país del Anexo I emitir más, sin tener que hacer ningún esfuerzo de reducción en el país huésped y por lo tanto, aumentaría la cantidad global de emisiones.

La aplicación del concepto de adicionalidad en la formulación de proyectos ha sido un tema de mucha discusión en el MDL. Para demostrar que un proyecto no hubiera existido sin el MDL, dos justificaciones son posibles. Se puede demostrar que:

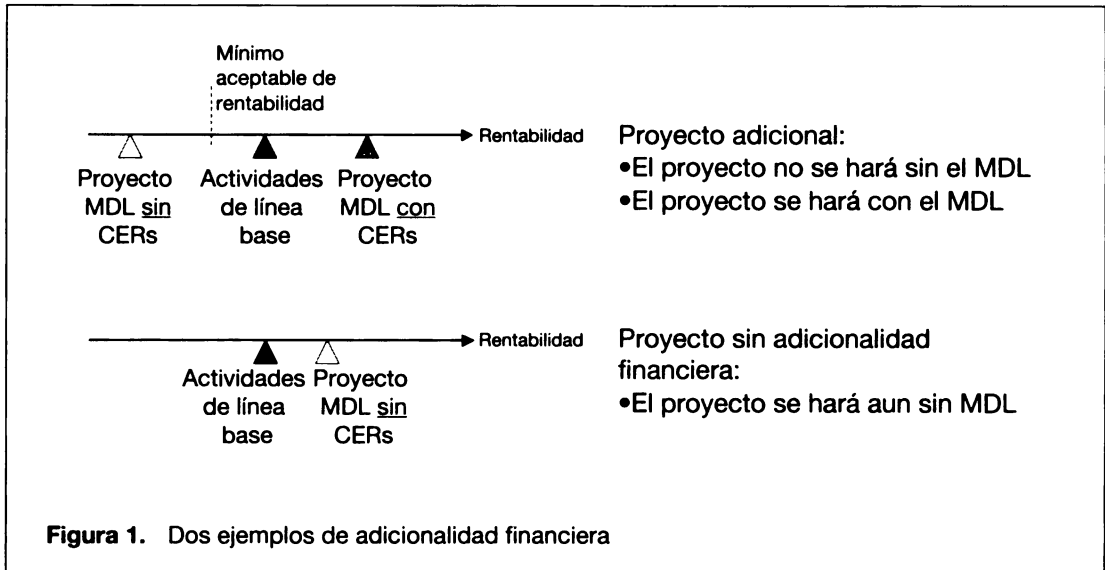
- sin MDL, el proyecto no es financieramente viable
- sin MDL, existen barreras que no permiten implementar el proyecto

Con cualquiera de las dos opciones, siempre se debe comparar el proyecto con otras alternativas para demostrar que el proyecto no hubiera existido sin el MDL. Luego se debe considerar el proyecto con el MDL para demostrar que el MDL vuelve posible el proyecto (figura 1).

2.2 ¿Qué es la herramienta de adicionalidad?

Para homogenizar el procedimiento de demostración de la adicionalidad, la JD del MDL ha aprobado una herramienta de adicionalidad para proyectos forestales (21ª reunión, setiembre 2005)¹⁵. La herramienta se puede aplicar a cualquier proyecto forestación–reforestación (FR) y es de hecho utilizada por todas las metodologías aprobadas de proyectos MDL a escala completa. En el caso especial de los proyectos de pequeña

¹⁵ Todavía vigente al momento de redactar esta guía (setiembre 2007). El lector deberá buscar versiones más recientes de la herramienta, ya que en la reunión del grupo de trabajo AR WG en setiembre 2007 se propuso una nueva herramienta de adicionalidad (https://cdm.unfccc.int/Panels/ar/ARWG16_repan04_AR_Additionality_Tool) y una herramienta que combina línea base y adicionalidad (https://cdm.unfccc.int/Panels/ar/ARWG16_repan05_Combined_AR_Tool).



escala, la adicionalidad se demuestra con barreras, como lo precisa la respectiva metodología (AR-AMS0001).

El procedimiento de la herramienta de adicionalidad sigue cuatro pasos (figura 2). Después de un paso inicial (paso 0), basado en algunas reglas del MDL (por ejemplo el reconocimiento a *posteriori* de los créditos de actividades ya empezadas), el paso 1 permite identificar y analizar alternativas para el proyecto. Por ejemplo, si no se implementa el proyecto, el uso del suelo podría ser de ganadería extensiva, cultivos anuales o terrenos degradados. Luego se escoge la opción financiera o la opción de barreras.

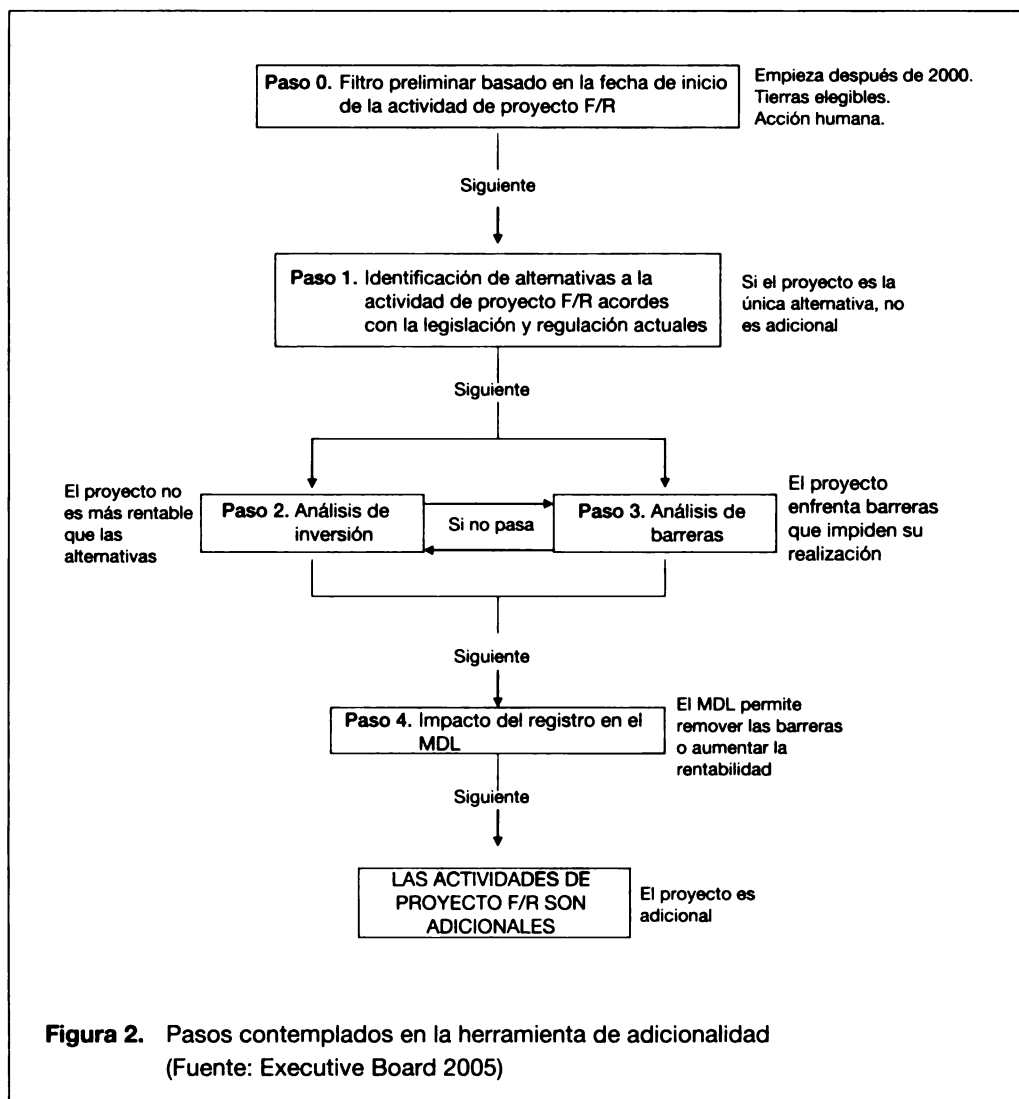
Con la opción financiera (paso 2), se compara la rentabilidad del proyecto sin CRE con las otras alternativas, utilizando indicadores financieros como el valor actualizado neto, la tasa interna de retorno o el valor esperado de la tierra. Se espera concluir que el proyecto es menos rentable que alguna(s) alternativa(s). Con la opción de barreras (paso 3) se demuestra que alguna(s) barrera(s) impide(n) la realización del proyecto, pero no de alguna(s) alternativa(s). Las barreras pueden ser de los siguientes tipos:

- de inversión (ausencia de créditos o inversionistas)
- institucionales (políticas, leyes, riesgos institucionales, falta de aplicaciones de leyes)
- tecnológicas (acceso a material, conocimiento, infraestructuras)
- de tradición local (conocimiento local, tradiciones)
- de prácticas prevalecientes ("el proyecto es el primer de este tipo en la región")
- ambientales (suelos degradados, eventos extremos, clima)
- sociales (presión demográfica, conflictos sociales, falta de organizaciones locales)
- de tenencia y derechos de propiedad

En el paso 4 se debe demostrar que el MDL y los CRE asociados permiten aumentar la rentabilidad (si se ha seleccionado el análisis financiero) o remover barreras (si se ha seleccionado el análisis de barreras), hasta volver realizable el proyecto MDL¹⁶. Analizando las actividades propuestas en el MDL hasta ahora, los autores consideran que existen las siguientes tendencias:

- a) Si las condiciones naturales de la región no son muy favorables a una actividad forestal y

¹⁶ En la nueva herramienta de adicionalidad propuesta en la reunión del grupo de trabajo AR WG en setiembre 2007 (todavía no aprobada), el paso 4 sería diferente y trataría sobre prácticas comunes en la región.



si no existen reforestaciones a escala significativa, los desarrolladores optan por la vía de barreras como opción de menor complejidad para demostrar la adicionalidad.

- b) Si la actividad forestal puede ser atractiva en la región del proyecto, la demostración de la adicionalidad es más difícil. Frecuentemente no existen barreras o solamente barreras no comprobables, por lo cual los desarrolladores optan por la vía financiera. Como este análisis requiere numerosos supuestos, se deben buscar las evidencias respectivas.

2.3 ¿Cuáles son las principales fallas al momento de aplicar la herramienta de adicionalidad?

En el paso 1 de la herramienta de adicionalidad, la identificación de las alternativas debe ser consistente con la metodología de línea base. No se puede identificar alternativas diferentes de las que se contemplan en el análisis de línea base. La principal falla en la aplicación de la herramienta de adicionalidad se encuentra en el paso 2. Se han visto muchos ejemplos de desarrolladores de proyecto que comparan el proyecto con/sin CRE, y concluyen que es más rentable el proyecto con

CRE que sin CRE. Eso no es una demostración de adicionalidad. En el paso 2, se debe comparar el proyecto sin CRE con las alternativas (ganadería, agricultura...) y concluir que el proyecto sin los CRE es menos rentable que al menos una alternativa. El impacto de los CRE derivados del MDL no aparece sino hasta el paso 4, para demostrar como estos permiten superar la barrera.

En muchos proyectos se ha observado una tendencia a favor de la opción de barreras. La mayoría de los proyectos escogen la opción de barreras porque no quieren invertir esfuerzos en cálculos financieros pero encuentran problemas para justificar la existencia de barreras. Por ejemplo, pueden argumentar la ausencia de créditos bancarios para proyectos de reforestación pero no tienen cartas de banco que demuestran una denegación de crédito. Los validadores de proyectos insisten en que frecuentemente los desarrolladores de proyectos presentan una lista abundante de barreras sin pruebas. La existencia de cada barrera indicada en el DDP debe ser respaldada con evidencias expuestas durante el proceso de validación.

Aun si pueden demostrar la existencia de barreras (paso 3), a veces los desarrolladores de proyecto no logran demostrar que el MDL vaya a eliminar las barreras (paso 4). Por ejemplo, muchos proyectos presentan la ausencia local de cultura forestal como un obstáculo a la implementación del proyecto forestal. Sin embargo, es difícil demostrar que el MDL vaya a contribuir a cambiar la cultura local. Otro ejemplo se refiere a las áreas degradadas o marginales, donde la actividad forestal presenta barreras claras pero a veces demasiado altas para ser superadas gracias al MDL.

Después de haber escogido el camino de las barreras, algunos desarrolladores de proyecto se dieron cuenta que era fácil empezar (paso 3) pero difícil terminar (paso 4). El camino financiero parece más difícil al inicio porque se deben coleccionar datos financieros y armar un esquema de análisis financiero, pero es fácil aplicar el mismo análisis al proyecto con CRE (paso 4). Sin embargo, por ende, la decisión sobre que camino tomar depende del contexto particular de cada proyecto.

Algunos problemas técnicos se encuentran en los análisis financieros. Se han visto desarrolladores de proyectos que aplican varios indicadores financieros a los mismos datos y no pueden concluir porque llegan a resultados diferentes, a menudo por problemas de cálculo. Un solo indicador es suficiente para llegar a una conclusión, pero utilizar varios puede ser útil sólo para comprobar los resultados. Un problema frecuente viene de la falta de justificación de los supuestos en el análisis financiero. No se explica de donde vienen los datos de costos o de beneficios, no se justifica la tasa de descuento o no se presentan los supuestos técnicos, por ejemplo, la carga animal o el manejo del hato en un análisis de alternativa ganadera. Los datos y el procedimiento deben ser explícitos para que una entidad externa pueda comprobar el resultado o discutir los datos.

Otro problema en el análisis financiero viene de la incorporación de los pagos de un préstamo, incluyendo intereses, dentro del flujo de caja del proyecto. El análisis financiero debe considerar los costos y beneficios de la actividad, sin incluir los costos relativos a un préstamo porque ya están considerados en la tasa de descuento. Los análisis financieros deberían incluir un análisis de sensibilidad para demostrar que las conclusiones son válidas aun con cambios en los datos. Por ejemplo, debería analizarse la incertidumbre sobre los beneficios de la producción de madera. Pocos desarrolladores de proyectos hacen o presentan el análisis de sensibilidad; algunos prefieren presentar un documento no muy complejo y tener la información disponible para responder a preguntas durante la validación.

2.4 ¿Cómo tomar en cuenta la diversidad de situaciones dentro de un proyecto?

En la mayoría de los proyectos FR se da una gran diversidad de situaciones en cuanto a factores biofísicos (calidad del suelo) o socioeconómicos (proximidad a la carretera o valor de la tierra). Estos factores influyen en la adicionalidad de la actividad. En un mismo proyecto forestal se podría demostrar que la plantación es adicional en algunas parcelas y no en otras. Por ejemplo,

una plantación cerca de una carretera podría ser rentable aun sin MDL debido a bajos costos de transporte y, por lo tanto, no sería adicional. Sin embargo, si hay competencia para otros usos o si el valor de la tierra es muy alto, se podría demostrar la adicionalidad de la plantación.

Es difícil tomar en cuenta la diversidad de situaciones dentro de un proyecto. La opción más simple es considerar factores promedios para el proyecto y hacer un sólo análisis. Eso equivale a considerar la adicionalidad del proyecto como un solo bloque y no entrar en detalle de cuál parcela plantada es adicional. Esta es la opción escogida por la mayoría de los proyectos actualmente en desarrollo y no ha sido criticado por el momento.

Aun si esta opción tiene la gran ventaja de ser simple, puede haber casos en que se necesita investigar la adicionalidad con más detalle. Si un proyecto abarca situaciones muy diferentes—por ejemplo, parcelas cerca de una carretera con alternativas agrícolas o urbanísticas atractivas y parcelas lejos de la carretera con costos altos de transporte—la adicionalidad en los dos tipos de parcelas vendría de factores diferentes, como la alta rentabilidad de las alternativas en un caso o los costos altos de transporte en el otro. Utilizar valores promedio sobre alternativas o costos puede conducir a resultados ambiguos. En este caso, se podría aplicar un análisis financiero o de barreras a varias situaciones. La demostración podría utilizar la misma fórmula de análisis financiero pero con datos diferentes.

2.5 ¿Dónde se puede encontrar más información?

- Executive Board. 2005. Tool for the demonstration and assessment of additionality in A/R CDM project activities. Report of the 21st meeting of the CDM Executive Board, Sept 2005. Annex 16. Available at: <http://cdm.unfccc.int/EB>.
- Cd4Cdm. 2005a. Clean development mechanism DDP guidebook: Navigating the pitfalls. Roskilde, DK, UNEP Risø Centre on Energy, Climate and Sustainable Development, Risø National Laboratory. www.cd4cdm.org.
- Cd4Cdm. 2005b. Baseline methodologies for clean development mechanism projects: a guidebook. Roskilde, DK, UNEP Risø Centre on Energy, Climate and Sustainable Development, Risø National Laboratory. www.cd4cdm.org.
- Locatelli, B; Pedroni, L; Salinas, Z. 2007. Design issues of forestry projects under the Clean Development Mechanism. In: Streck, C; O' Sullivan, R. (eds.). Forests and climate change: Will emission trading make a difference? In press.
- Pearson, T; Walker, S; Brown, S. 2005. Sourcebook for land use, land-use change and forestry projects. WinRock, BioCarbon Fund. www.carbonfinance.org/biocarbon.
- Pearson, T; Walker, S; Brown, S. 2006. Guidebook for the formulation of afforestation and reforestation projects under the clean development mechanism. Yokohama, JP, International Tropical Timber Organization. ITTO Technical Series 25. www.itto.org.
- SouthSouthNorth. 2006. CDM practitioners tool kit. www.cdmguide.com.

Siempre se recomienda buscar la versión más reciente de las herramientas o decisiones de la JD del MDL (<http://cdm.unfccc.int/EB>).



MINAE

3 Preguntas frecuentes sobre la elegibilidad de tierras para proyectos forestales MDL

Pablo Imbach*, Maria Elena Herrera**,
Martin Schröder***

*Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE

**Fondo Nacional de Financiamiento Forestal, FONAFIFO

***Tüv-Süd

3.1 ¿Por qué es necesaria esta sección de la guía?

3.1.1 ¿Cuál es el alcance de esta sección?

Esta sección de la guía pretende orientar a los desarrolladores de proyectos forestales dentro del MDL en temas relacionados con los procedimientos necesarios para hacer el análisis de elegibilidad de tierras, según las indicaciones emitidas por la JD en abril del 2007. Estos procedimientos dan lineamientos para realizar el análisis que debe presentarse a la JD en el DDP y a la EOD en el proceso de validación.

A pesar de que los procedimientos publicados por la JD son actualizados con alguna frecuencia, el análisis de elegibilidad de tierras resulta complejo en la práctica y se presentan situaciones diversas cuya solución no es evidente en las indicaciones de la JD. En América Latina existen, por ejemplo, limitantes de acceso a información proveniente de sensores remotos, mapas digitales de cobertura del suelo, límites de las áreas del proyecto, etc. Ante esta situación se deben idear alternativas de

análisis factibles, conservadoras y transparentes, de manera que se haga realidad el registro del proyecto.

3.1.2 El problema de la elegibilidad de las tierras

El análisis de la elegibilidad de tierras consiste en un reconocimiento histórico de la cobertura boscosa en el área del proyecto, bajo los parámetros de definición de bosque del país anfitrión. Esto se justifica con los siguientes argumentos: 1) el cambio de uso del suelo que realizará el proyecto consiste en la conversión de un área sin bosque a una con cobertura boscosa por medio de la actividad del proyecto; 2) la actividad del proyecto es de forestación o reforestación, y 3) el proyecto responde a las necesidades de desarrollo sostenible del país anfitrión, lo cual se refleja en los parámetros para la definición de bosque seleccionados. Este análisis debe seguir criterios de construcción de un escenario de proyecto que sea *conservador*, debido a la incertidumbre asociada al diseño de proyectos MDL, y *transparente*, de manera que los argumentos que justifican el análisis se puedan sustentar con evidencia objetiva.

3.2 ¿En qué consisten los procedimientos de la JD para demostrar la elegibilidad de tierras?

A continuación se presenta el borrador de procedimientos para la elegibilidad de tierras que se someterá a la aprobación de la JD en su 35° reunión. Estos procedimientos muestran, primero, como se debe demostrar que las tierras son elegibles y segundo, el tipo de información que se debe utilizar para esto. Los procedimientos tienen que ser aprobados antes de entrar en vigencia, por lo que se recomienda buscar la versión final antes de considerar los siguientes:

1. Los participantes del proyecto deben proveer evidencia de que las tierras dentro de los límites del proyecto son elegibles para actividades de proyecto MDL de FR siguiendo los pasos que se detallan a continuación:
 - a) Demostrar que las tierras en el momento del inicio del proyecto no tienen bosque; para ello hay que aportar información transparente para demostrar que:
 - i. La vegetación en las tierras está debajo de los umbrales de bosque (cobertura de copa de los árboles o nivel de existencia equivalente, altura del árbol maduro in situ, área mínima de la tierra) adoptados para la definición de bosque por el país huésped en las decisiones 16/CMP.1 y 5/CMP.1 y comunicado por la respectiva AND.
 - ii. No se espera que todos los rodales naturales jóvenes y todas las plantaciones en las tierras lleguen a la cobertura mínima de cubierta de copa y altura mínima seleccionada por el país huésped para definir el bosque.
 - iii. Las tierras no están temporalmente sin existencias como resultado de la intervención humana tal como cosecha o causas naturales.
 - b) Demostrar que se trata de una actividad de forestación o reforestación:
 - i. Para actividades de proyecto de reforestación, demostrar que las tierras no eran bosque mediante la demostración que las condiciones descritas en el acápite

- (a), en vigencia desde el 31 de diciembre de 1989.
 - ii. Para actividades de proyecto de forestación, demostrar que al menos durante los últimos 50 años la vegetación en las tierras ha estado bajo los umbrales adoptados por el país huésped para la definición de bosque.
2. Para demostrar los pasos 1(a) y 1(b), los participantes del proyecto deben proveer información que discrimine confiablemente entre tierras con y sin bosque según los umbrales particulares adoptados por el país huésped; entre otros:
 - a) Fotografías aéreas o imágenes de satélite complementadas con referencia a información de campo.
 - b) Información de uso o cobertura de la tierra de mapas o datos digitales espaciales.
 - c) Levantamientos de campo (información sobre uso o cobertura del suelo de permisos, planos, o información de registros locales tales como catastro, registro de propietarios u otros registros de la tierra).
 - d) Si las opciones (a), (b) y (c) no están disponibles/aplicables, los participantes del proyecto pueden someter un testimonio escrito obtenido por medio de una Evaluación Rural Participativa (ERP) o una ERP estándar tal como se practica en el país huésped.

La ERP en un enfoque para el análisis de los problemas locales y la formulación de soluciones tentativas con los actores locales. Hace uso de una amplia gama de métodos de visualización para análisis grupales que consideran aspectos espaciales y temporales en los problemas sociales y ambientales.

Bibliografía recomendada

- Chambers, R. 1992. Rural Appraisal: Rapid, Relaxed, and Participatory. Discussion Paper 311, Institute of Development Studies, Sussex.
- Theis, J; Grady, H. 1991. Participatory rapid appraisal for community development. Save the Children Fund, London.

3.3 ¿Qué implica para el proyecto la definición de bosque de mi país?

Para que los países No Anexo I puedan desarrollar proyectos FR es necesario que tengan una definición de bosque específica para el MDL. La CMNUCC estableció que dicha definición debería utilizar criterios basados en tres parámetros cuantitativos: altura de los árboles, porcentaje de cobertura del dosel/copa y área de superficie boscosa. En la decisión 11 de la 7ª conferencia de las partes, la CMNUCC estableció los siguientes valores mínimos de referencia para dichos parámetros: altura de los árboles entre 2 y 5 m a la madurez in situ, cobertura del dosel entre 10% y 30% y área de superficie boscosa entre 0,05 y 1 ha. Los rodales o plantaciones jóvenes que todavía no cumplen con los parámetros mínimos de la definición se consideran bosque si se espera que lleguen a alcanzarlos; o sea que temporalmente no son bosque debido a la intervención humana o causas naturales (i.e., aprovechamiento forestal) pero llegarán a convertirse en bosque (ver acápite 3.2 de esta sección).

Una vez que los países hayan elegido su definición de bosque para el MDL deberán notificarlo a la JD de la CMNUCC por medio de la AND del país; tal definición tendrá validez para el primer periodo de compromiso de reducción de emisiones (2008–2012). Para que cualquier proyecto forestal pueda ser registrado, el país anfitrión debe haber reportado los valores de la definición de bosque al secretariado de la CMNUCC. En la página <http://cdm.unfccc.int/AND/allCountries/ARInfos.html> aparecen los valores escogidos por cada país. Vale la pena aclarar que aunque el área mínima de los proyectos está entre 0,05 y 1 ha, el área de un proyecto puede contener varios, hasta miles de parches de tierra no continuos, siempre que cada parche cumpla con la definición de bosque MDL nacional.

La selección de los parámetros de definición de bosque tiene implicaciones significativas, tanto para las áreas que podrán ser elegidas en proyectos forestales de reforestación y forestación, como para el tipo de actividad de proyecto que

se quiera realizar (plantaciones forestales, agroforestería, etc.). En este sentido es importante contar con información y recomendaciones para que los países puedan tomar decisiones que realmente favorezcan sus políticas de desarrollo y expectativas dentro del MDL. Para determinar la definición óptima es necesario, en primer lugar, conocer los cambios de uso del suelo prioritarios para el MDL en el país y, en segundo lugar, caracterizar las coberturas y usos del suelo actuales y de las posibles actividades de proyectos forestales MDL.

La gran diversidad de ecosistemas en los países hace compleja la selección de parámetros para la definición de bosque a nivel nacional; por ello es importante considerar las prioridades del mismo. Si se considera que los valores altos de los parámetros de definición de bosque son convenientes, esto implica que al inicio de los proyectos habrá muchas áreas que no son bosque y, por lo tanto, muchas áreas donde se pueden desarrollar proyectos forestales MDL. Sin embargo, no todas las actividades forestales llegarán a generar bosque en un futuro, según la definición seleccionada. Algunos sistemas forestales, por su naturaleza biológica, no llegarán nunca a alcanzar los valores altos establecidos, por lo que el país reducirá sus posibles actividades de reforestación o forestación. Por el contrario, la selección de parámetros bajos para la definición de bosque implica que al inicio de los proyectos habrá más áreas con bosque, por lo tanto menos tierras disponibles para realizar proyectos MDL, pero existirán más tipos de actividades forestales que lleguen a ser bosque al realizar las actividades de proyecto (por ejemplo, agroforestería, cultivos con árboles de sombra, etc.). Esto podría implicar que diferentes actores de la sociedad puedan participar en proyectos de este tipo.

3.4 ¿Cómo demostrar que las tierras no llegarán a ser bosque sin el proyecto?

El argumento que se construye para justificar la falta de potencial en las tierras para llegar a ser bosque sin la intervención del proyecto debe apoyarse en evidencias transparentes. Por ejemplo,

estudios hechos por fuentes externas, información de datos geográficos, documentación legal, entrevistas, fotografías, datos históricos locales del uso de la tierra, etc. Se debe tomar en cuenta que la justificación no debe contradecir el enfoque de línea base (ver sección 4 de esta guía). Si el enfoque de línea base de la metodología seleccionada supone un cambio en las prácticas de uso del suelo en el futuro, estos cambios no deben contradecir el argumento para demostrar que las tierras no tendrán bosque sin el proyecto. Los argumentos son de naturaleza diversa, pero se pueden agrupar según se justifiquen en las condiciones ecológicas naturales del lugar o en la influencia de las actividades humanas en el área del proyecto:

- a) **Ecología del lugar:** se refiere al potencial de vegetación que tiene el lugar debido a la dinámica de las especies, las condiciones climáticas y/o frecuencia de disturbios naturales. Por ejemplo, una zona puede tener cobertura vegetal de pasturas naturales o vegetación arbustiva que no cumple con los parámetros de bosque debido a la falta de semillas, presencia de plagas, sequía, o por ser un ecosistema con incendios frecuentes que impiden el desarrollo de especies hasta el estado de bosque (según los parámetros seleccionados). Esto se puede demostrar mediante valoraciones ecológicas rápidas, mapas de vegetación potencial, estudios de regeneración o sucesiones vegetales del lugar.
- b) **Presiones antropogénicas:** actividades económicas que degradan el suelo o la cobertura vegetal pueden impedir que la cobertura crezca hasta llegar a ser bosque. Ejemplos pueden ser la ganadería en tierras degradadas, ganadería intensiva, recolección de leña, etc. Esto se puede demostrar mediante caracterizaciones socioeconómicas y culturales de la zona y medios de vida de sus pobladores, mapas de uso del suelo, referencias a estudios en zonas con condiciones similares, planes de ordenamiento territorial, permisos de uso del suelo, etc.

3.5 ¿Qué tipo de herramientas o métodos se pueden emplear para el análisis de tierras elegibles?

3.5.1 Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Se refieren a una serie de herramientas para ingreso, recolección, almacenamiento, manipulación, análisis y producción de datos que comparten coordenadas espaciales (mapas). El SIG permite la integración de información generada con diferentes tecnologías como sensores remotos, sistemas de posicionamiento global y diseño asistido por computadora, con el fin de utilizarla en procesos de toma de decisiones (Malczewski 1999). Estos sistemas permiten hacer el análisis multitemporal de la cobertura de bosque en el área del proyecto, así como generar presentaciones del mismo para mostrar el análisis. Existe una gran variedad de sistemas disponibles en el mercado que se adaptan a diferentes necesidades y presupuestos. Los programas están a la venta o son distribuidos gratuitamente; incluso algunos integran herramientas para el análisis de imágenes satelitales y fotografías aéreas. Diversos sitios en Internet explican las características de los programas disponibles; ver, por ejemplo <http://www.colorado.edu/geography/virtdept/resources/vendors/vendors.htm>.

3.5.2 Sensores remotos

Se refiere a la obtención de información de sensores aerotransportados o en órbita sobre la tierra. Estos sensores pueden ser cámaras fotográficas, escáneres mecánicos o radares. Tienen la ventaja de proveer información sobre parámetros de la vegetación para áreas grandes a un costo relativamente bajo. Pueden proveer información en el espectro visible para el hombre (colores rojo, verde y azul como el caso de las cámaras fotográficas comunes) así como sectores del espectro electromagnético no visible que permiten diferenciar otras características de la vegetación (i.e., infrarrojo).

3.5.3 Trabajo de campo

El trabajo de campo es esencial para el diseño del proyecto. La delimitación de las parcelas se debe realizar en el campo con ayuda de un Sistema de

Posicionamiento Global (GPS, por sus siglas en inglés); para ello se hacen polígonos alrededor de cada parche de tierra incluido dentro de las áreas del proyecto. Cuando los recursos provenientes de los mapas existentes o generados con imágenes de satélite son deficientes o inexistentes, es necesario proveer otro tipo de información. Si la información es muy limitada y no se puede recurrir a los métodos anteriores, la ERP plantea una solución válida (ver acápite 3.10 de esta sección).

3.6 ¿Qué tipo de información necesito para determinar la cobertura del suelo?

3.6.1 Mapas existentes

Es frecuente que los desarrolladores de proyectos tengan acceso a información de la cobertura vegetal en mapas existentes, tanto en papel como en formato digital. Es importante tener en cuenta que las categorías de uso del suelo que presenta el mapa permitan distinguir el bosque según los parámetros del MDL de cada país en fechas aproximadas a las requeridas para el análisis (ver acápite 3.10 de esta sección). Las fechas preferiblemente deben tener menos de dos años de diferencia respecto a lo requerido; en el caso de la cobertura, la fecha de referencia es el 31/12/89. Si no se dispone de la fecha exacta, es recomendable tener un mapa con fecha anterior. Es conveniente tener a la mano la memoria técnica que explica el significado del mapa, para asegurarse de que las categorías representadas permiten distinguir los parámetros de bosque necesarios, así como el método usado para su realización. En caso de que la información existente no sea adecuada, se deben generar los mapas con apoyo de imágenes de satélite, fotografías aéreas o una ERP.

3.6.2 Imágenes de satélite o fotografía aérea

Este tipo de información puede obtenerse gratis o ser muy costosa; su principal ventaja es que se puede conseguir para fechas cercanas a las que se necesitan (i.e., 31/12/89 y el inicio del proyecto). Dos factores son importantes: 1) la resolución espacial y radiométrica del sensor, es decir, el área real que representa cada píxel y

la cantidad de bandas del espectro electromagnético que identifica el sensor, y 2) los métodos que se van a utilizar para clasificar la imagen y convertirla así en un mapa de cobertura boscosa. Una imagen con un píxel menor a un metro, por ejemplo, indica que se pueden identificar visualmente los árboles en la imagen, pero si es de 30 m tenemos que recurrir a otros métodos de clasificación ya que visualmente no se puede distinguir la cobertura boscosa según los parámetros requeridos (a menos que sean áreas muy homogéneas). Las imágenes pueden tener bandas en el espectro visible y en el infrarrojo, lo cual permite distinguir mejor los tipos de vegetación. El balance entre estas dos características ayuda a elegir entre una interpretación visual de la misma o una en que la extracción de categorías de la imagen se debe complementar con la toma de datos de cobertura del suelo en el campo.

3.6.3 Trabajo de campo

Es necesario—y exigido en la etapa de validación del proyecto MDL—que todas las parcelas donde se realizarán actividades de proyecto estén detalladas con alta precisión. Para esto se debe realizar trabajo de campo tomando datos de las coordenadas de los límites de las propiedades con GPS u otro medio alternativo de precisión similar (por ejemplo, planos de catastro). En el caso de presentar coordenadas de GPS, estas deben traer un número de decimales acorde a la precisión del aparato usado.

3.7 ¿Qué tipo de información debo recolectar en el campo?

Los límites del proyecto deben estar establecidos en el DDP. Las propiedades en las que se desarrollará el proyecto son probablemente las unidades de mapeo que requieren más detalle. Es recomendable, como mínimo, tomar los límites de las propiedades con ayuda de un GPS o algo de mayor calidad como mapas catastrales. Existen otros métodos útiles, pero probablemente más laboriosos y costosos, como el uso de cinta métrica y brújula. Toda la información recolectada debe ser documentada para usarla posteriormente en el análisis, presentación en el DDP y en la validación y verificación del proyecto. En los casos en

que los mapas que se usan para hacer el análisis de elegibilidad de tierras no sean los más adecuados, se puede aprovechar esta oportunidad para tomar fotografías del lugar que complementen el análisis posterior.

3.8 ¿Cómo me puede apoyar la información proveniente de sensores remotos?

En el mercado existe una gran variedad de sensores y distribuidores de imágenes de satélite. El sensor utilizado debe ser capaz de distinguir los tres parámetros escogidos por el país para su definición de bosque. Esto implica que si el tamaño del parche de bosque varía entre 0,05 y 1 ha, la resolución efectiva en el suelo del sensor utilizado debe estar entre 20 y 25 a 100 m para permitir distinguir estas áreas mínimas (Rosenqvist et al. 2003). La cobertura de copa y altura de los árboles se debe evaluar según su potencial en la madurez, por lo que se recomienda combinar la identificación de las clases de uso del suelo con una caracterización de las mismas respecto a su potencial de regeneración para cumplir los parámetros de la definición de bosque del país.

Por otro lado, hacer estimaciones conservadoras de las áreas elegibles puede hacer que se asignen categorías de bosque a aquellas coberturas difíciles de distinguir con el sensor utilizado; así, se estarían agregando tierras no elegibles en el análisis, pero aumenta el grado de confianza del análisis. Esta situación se encuentra, por ejemplo, cuando se utilizan imágenes del sensor TM o ETM+ del satélite Landsat en áreas donde la vegetación tiene una cobertura del dosel y altura intermedia entre un cultivo anual y el bosque maduro (i.e., café con sombra). Esto se debe a factores relacionados con la resolución espacial (tamaño del píxel) y espectral del sensor (bandas del espectro electromagnético captadas). Estas áreas se podrían clasificar como bosque y así tener un análisis conservador.

3.8.1 Sensores disponibles

Existen sensores en el espacio (satelitales) y aerotransportados. Esta sección se enfoca en los sensores remotos satelitales y no en los

aerotransportados ya que por lo general los proyectos no pueden cubrir los costos de tomar fotos a pedido, sino que deben usar fotografías existentes o comprar imágenes de satélites. En el caso de la fotografía aérea o imágenes satelitales de alta resolución, las clases de cobertura del suelo se pueden distinguir con mucha precisión, por lo que son los más recomendables.

Los sensores con una resolución espacial entre 1 y 250 m (cuadro 1), son los más adecuados para distinguir el parámetro de área mínima requerida. Existen también varios Sistemas Activos de Microondas, como es el caso de los radares de apertura sintética (SAR, por sus siglas en inglés) con resolución similar (cuadro 2). Ambas tecnologías permiten distinguir los tipos de cobertura necesarios (Rosenqvist et al. 2003, Wagner et al. 2007). La información que se ofrece en ambos cuadros debe tomarse como referencia general ya que existe una gran variedad de productos de cada satélite en lo que concierne a fechas, resolución espacial y espectral que se combinan con diferentes niveles de pre-procesamiento de las imágenes, dando una gran diversidad de costos. La lista no es exhaustiva ya que existe información sobre satélites de corta duración o de escasa cobertura que están disponibles al público y podrían ser útiles.

3.8.2 Otras consideraciones

El uso de imágenes de alta resolución involucra una mayor certidumbre en el análisis, comparado con el uso de imágenes de satélite más gruesas, ya que en esas se pueden distinguir árboles individuales. Esto es de particular importancia en la determinación de la cobertura al 31/12/1989, puesto que ya no se puede realizar trabajo de campo para recolectar datos para la clasificación de imágenes gruesas (i.e., Landsat). En consecuencia, el resultado de la clasificación no se podría asociar con un cálculo del nivel de incertidumbre de la misma, con referencia a datos de campo (i.e., matriz de confusión). Los sensores de resolución más gruesa por lo general cubren un área mayor en cada imagen por lo que los costos de adquisición de las mismas es menor, en comparación con la fotografía aérea o satélites de alta resolución.

Cuadro 1. Características de sensores remotos ópticos (pancromáticos o multi-espectrales) de resolución fina

Satélite / Sensor	Resolución espacial (m) / bandas	Inicio y fin de operaciones	Área de una imagen (km)	Sitio en Internet
Landsat/TM, ETM+, MSS	28,5/visible e IR	1972–actual	185-172	http://landsat.usgs.gov/
SPOT HRV, HRVIR, FORMOSAT	20-2/visible e IR	1986–presente	60-60-80 o 24-24	http://www.spotimage.fr
JERS-1 OPS	18-24/visible e IR	1992–1998	75-75	http://www.ersdac.or.jp/Projects/JERS1/JOPS/JOPS_E.html
IRS PAN, LISS y WiFS	5-188/visible e IR	1995–presente	63-812	http://www.nrsa.gov.in
ADEOS AVNIR	8-16/visible e IR	1996–1997	80-80	http://www.eorc.jaxa.jp/en/index.html
CBERS 1-2 CCD y IRMSS (sin cobertura global)	20-260/visible e IR	1999–presente	113-890	http://www.cbbers.inpe.br/en/index_en.htm
CBERS 3-4	5-80/visible e IR	2008-2010	60-866	http://www.cbbers.inpe.br/en/index_en.htm
IKONOS, Orbview 3, Geoeye-1	0,4-4/visible e IR	1999–presente	8-8-11,3-11,3	http://www.geoeye.com/
Quickbird	06-2,4/visible e IR	2001–presente	16,5-16,5	http://www.digitalglobe.com
Terra MODIS	250-1000/visible e IR	1999–presente	360-2330	http://modis.gsfc.nasa.gov/
EO-1 ALI-Hyperion	10-30/visible e IR	2000–presente	7,7-37-42	http://eo1.gsfc.nasa.gov/
ALOS / AVNIR-2	2,5-10/visible e IR	2006–presente	70-70	http://www.eorc.jaxa.jp/en/
WorldView I-II	0,5-1,8/visible e IR	2007-2008	16-16	http://www.digitalglobe.com

Cuadro 2. Características de sistemas activos de microondas de resolución fina

Sistema / Sensor	Resolución espacial (m)	Inicio y fin de operaciones	Ancho/Área de la imagen (km)	Sitio en internet
Shuttle Topography Radar Mission (SIR-C/X-SAR)	10-200	1994	15-90	http://southport.jpl.nasa.gov/
ERS AMI	10-30	1991–presente	5-5-100	http://www.eurimage.com/
JERS SAR	18	1992-1998	75-75	http://www.eorc.jaxa.jp/JERS-1/index.html
RADARSAT-1 SAR	8-100	1995–presente	50-500	http://www.ccrs.nrcan.gc.ca/
ENVISAT SAR-ASAR	25-150	2002–presente	100-56-100 o 400-400	http://www.spotimage.fr
RADARSAT-2	3-3-100-100	2007	20-20-500-500	http://www.ccrs.nrcan.gc.ca/
ALOS PALSAR	10-100/	2006–presente	70-350	http://www.eorc.jaxa.jp/en/
TerraSAR-X	1-16	2007	5-100	http://www.terrasar.de/

El análisis de imágenes de radar es de mayor complejidad técnica y teórica por lo que existe menor experiencia en su uso para la clasificación de la cobertura del suelo; sin embargo, su uso está demostrado tanto en los trópicos como en zonas boreales (Kasischke et al. 1997, Rosenqvist et al. 2003). Las imágenes de radar tienen la ventaja de que no se ven afectadas por la cobertura de nubes, niebla o humo. Sin duda, este es un impedimento en ciertas áreas, para las que no se cuenta con imágenes de satélite libres de estos tipos de interferencias que impiden ver la cobertura del suelo con los sensores pasivos mencionados en el cuadro 1.

3.9 ¿Qué puedo hacer si la información que tengo disponible en mapas, fotografías aéreas o imágenes de satélite no es adecuada?

Cuando las imágenes disponibles son de resolución gruesa, es preferible hacer una clasificación conservadora en las clases de cobertura difíciles de distinguir (ver acápite 3.8.2 de esta sección). Otro problema se da, por ejemplo, si se cuenta con una imagen Landsat con un píxel de 812 m² y la definición de bosque dice que el área mínima son 500 m² o las zonas de actividad del proyecto son franjas delgadas (i.e., 100 m), ya que la imagen no permite distinguir el nivel de detalle necesario. En ambas situaciones es recomendable complementar la clasificación con trabajo de campo: fotografías de las parcelas, encuestas a los vecinos y propietarios acerca del uso histórico del suelo o una ERP.

3.10 ¿En qué consiste la Evaluación Rural Participativa (ERP)? (Basado en World Bank 1996)

3.10.1 El método

La ERP es un método de colecta y análisis de información llevado a cabo por actores locales con el apoyo de actores externos que funcionan como facilitadores, generalmente reunidos en un taller conjunto. Dependiendo el tipo de proyecto, los propietarios de las tierras y vecinos del lugar podrían ser los actores locales y los diseñadores del proyecto los agentes externos.

Los preceptos básicos de una ERP son la participación de los actores locales permite obtener insumos esenciales como metodología de investigación y planificación; los resultados se consiguen a través de trabajo en grupo con interacciones informales entre personas locales que conocen las dinámicas del lugar, condiciones, interacciones sociales, historia y personas externas con enfoques de otras disciplinas; el método es flexible ya que se adapta a las habilidades de los implementadores, ubicación, recursos disponibles, tópico de discusión y el contexto en que se ubique; se pretende encontrar la ignorancia óptima de manera que se recopile sólo la información necesaria, y debido a que el método se basa en información cualitativa, se debe triangular la información con al menos tres fuentes o técnicas diferentes para cada tema.

Debido a que el método debe ser transparente, por lo general se realiza a través de una secuencia de reuniones abiertas. Otras herramientas pueden ser entrevistas semiestructuradas, discusiones de grupos focales, jerarquización de preferencias, mapeo, modelaje y diagramación histórica. Estas técnicas se pueden combinar, aunque es recomendable empezar con el mapeo ya que facilita la integración del grupo y la discusión, lo que permite al equipo externo familiarizarse con el lugar a través de temas no controversiales. El mapeo se puede combinar con la ejecución de transeptos en el campo, con base en ellos, hacer un mapa de cambios históricos en el uso del suelo. El Programa de Desarrollo Sostenible en Zonas de Frontera Agrícola en Centroamérica desarrolló metodologías y manuales instructivos así como aplicaciones de mapeos rurales participativos en comunidades rurales en Centroamérica; estos se encuentran disponibles en <http://www.ccad.ws/pfa/index.html>.

3.10.2 La información

La información que se recolecte debe proveer evidencia suficiente de cuál ha sido la cobertura del suelo a través del tiempo, con énfasis en los primeros años de 1990 (reforestación) o desde hace 50 años (forestación) y al inicio del proyecto. Para esto se debe mapear la cobertura del suelo en estas fechas con ayuda de los propietarios y vecinos. Es útil contar con mapas base sobre los cuales ubicar los usos del suelo en las diferentes

fechas; para esto es conveniente tener delimitadas las parcelas tal y como se describe en el punto anterior. En el taller se puede trabajar sobre mapas impresos, hojas topográficas oficiales, fotografías o SIG que estén adaptados a este tipo de tareas y usuarios (i.e., MapMaker Popular).

3.11 ¿Cómo debo reportar el análisis?

3.11.1 Documentos de Diseño de Proyecto (según versión 03 vigente en octubre de 2007)

La guía para completar el DDP indica simplemente que se deben aplicar los procedimientos de la JD para el análisis de elegibilidad. Se deben reportar los resultados del análisis así como la secuencia de actividades realizadas. Es importante en esta sección hacer referencia a todas las fuentes de información utilizadas, con sus respectivas escalas, descripción de las categorías, fechas y autores.

3.11.2 Validación

En esta etapa se deberá probablemente presentar toda la información que se utilizó para llegar a los resultados del análisis. Esto implica tener los datos tomados con GPS, la documentación de la ERP, fotografías de las parcelas, análisis o interpretaciones de las imágenes de satélite (incluyendo los datos tomados en campo para su clasificación), memorias técnicas de los mapas existentes que fueron usados (de manera que se pueda corroborar la descripción de sus categorías). Además, se debe tener la evidencia que permita justificar los argumentos con que se demostró la incapacidad de las tierras para regenerar el bosque (ver acápite 3.8.2 de esta sección).

3.12 ¿Dónde puedo encontrar más información?

- <http://www.csi.cgiar.org/encofor/forest/> (un análisis del efecto de la definición de bosque a nivel global en las tierras elegibles para el MDL).
- http://www.cifor.cgiar.org/publications/pdf_files/Books/BMurdiyars0601.pdf (un análisis de las tierras elegibles a nivel de un país en Murdiyars0).

- <http://cdm.unfccc.int/AND/index.html> (parámetros para la definición de bosque sometidos por las respectivas AND).
- <http://www.cdmcapacity.org/> (información general).

3.13 Figuras ilustrativas y comentarios

Las tres figuras presentadas ilustran los tipos de información que se pueden usar para el análisis de elegibilidad de tierras, así como problemas que se pueden encontrar y formas de solucionarlos. El caso se basa en actividades de reforestación del proyecto Secuestro de carbono a través de actividades forestales en la Zona Norte de Costa Rica ejecutado por el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) en Costa Rica. Los argumentos y evidencias que complementan esta información son similares a los presentados anteriormente en esta guía y deben usarse solo como referencia, ya que en el momento en que se escribió esta guía el DDP del proyecto no había sido validado ni aprobado.

El mapa de cobertura forestal (figura 3) fue generado mediante el análisis de imágenes Landsat TM tomadas entre el final de 1989 y principios de 1990 (con una cobertura de nubes menor al 20%). Este trabajo cuenta con su respectivo reporte técnico para ser presentado en la validación y detalla los pasos que se dieron para obtener el mapa de bosque mediante el análisis de las imágenes; otros procedimientos dependerán del tipo de imagen y la técnica que se utilice. A continuación se resume el procedimiento usado por el FONAFIFO:

- a) Georeferenciación de las imágenes: consiste en dar coordenadas geográficas exactas a la imagen mediante la ubicación en la misma de puntos con coordenadas conocidas (estos puntos se pueden ubicar, por ejemplo, con el uso de mapas existentes).
- b) Clasificación de la imagen: consiste en generar clases de cobertura del suelo para toda la imagen, a partir de puntos dentro de la imagen de los que se conoce el tipo de cobertura. Estos puntos pueden provenir de fotografías aéreas de alta resolución, datos de campo de la fecha, u otros. La técnica empleada en este caso se sustenta en un análisis conservador

ya que considera bosque únicamente la vegetación con una cobertura de copa superior al 80% (en el caso de Costa Rica la definición de bosque incluye coberturas de copa mayores al 30%). Esta etapa incluye también una verificación con propósito de evaluar el porcentaje de error en la clasificación lograda.

- c) Preparación del mapa de bosque y no bosque a fines de 1989.

Nótese que, para algunas de las parcelas, no es posible discernir la cobertura vegetal por la presencia de nubes en las imágenes (figura 3, sección A). En otras parcelas sí es posible ver con detalle el tipo de cobertura (figura 3, sección B). Finalmente, se comprueba que en algunas parcelas la cobertura en diciembre de 1989 era de bosque, por lo que no son elegibles para proyectos FR (figura 3, sección C). Estas parcelas han sido delimitadas en

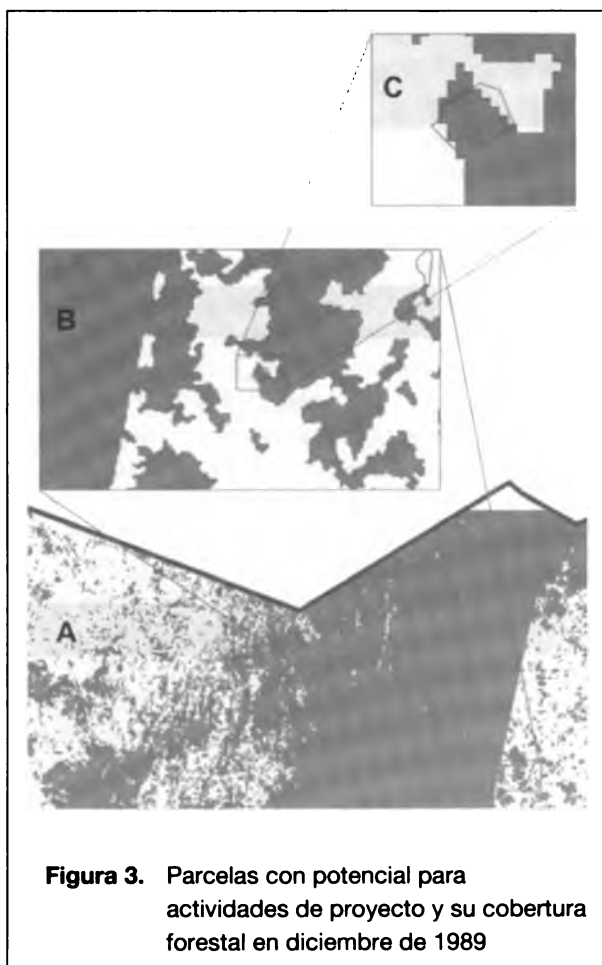


Figura 3. Parcelas con potencial para actividades de proyecto y su cobertura forestal en diciembre de 1989

el campo con el uso de GPS y se cuenta con los datos de las coordenadas de cada vértice del polígono que las compone.

Para las parcelas tapadas por nubes se usó un mapa forestal de 1992 (figura 4, sección A). Este mapa se generó clasificando imágenes Spot junto con fotografías aéreas en blanco y negro (ambos de 1992) y cuenta con su respectiva memoria técnica. Se puede discernir así, la cobertura vegetal para las parcelas faltantes (figura 4, sección B).

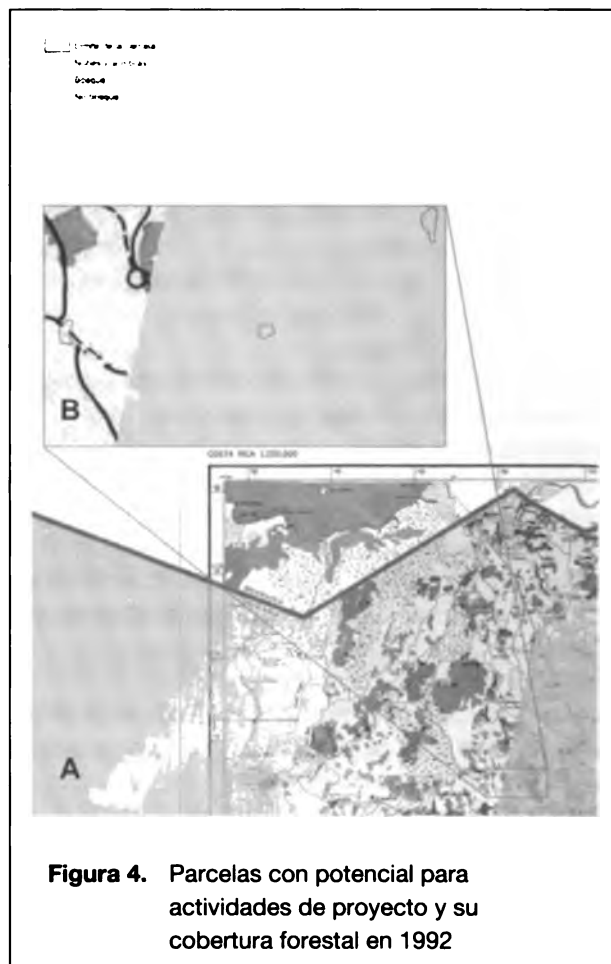
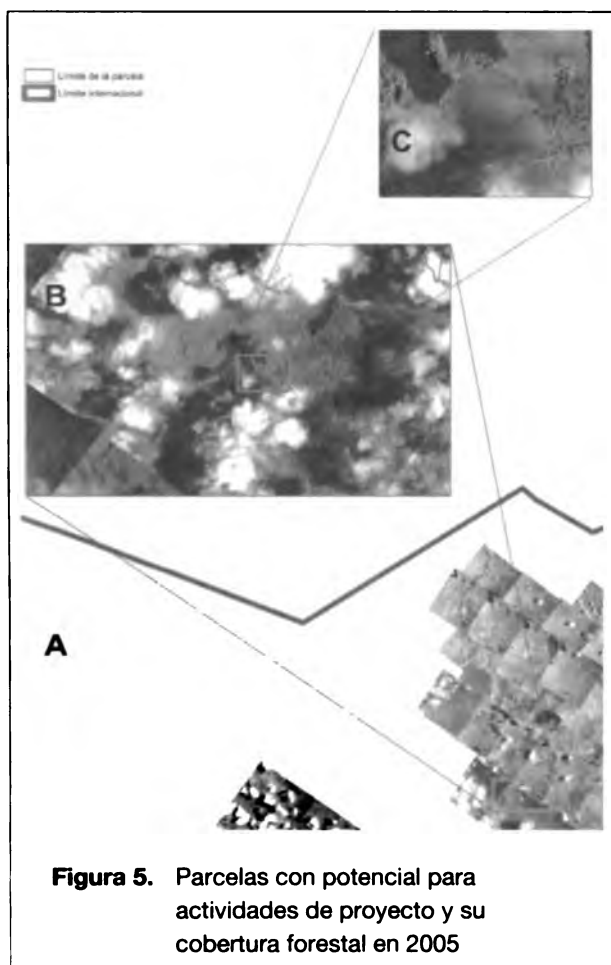


Figura 4. Parcelas con potencial para actividades de proyecto y su cobertura forestal en 1992

Finalmente, la cobertura para la fecha de inicio del proyecto (2005) se logra mediante la interpretación de fotografías aéreas de alta resolución, en donde se puede clasificar visualmente el tipo de vegetación (figura 5, sección A). Estas fotografías se deben georeferenciar y luego clasificar para obtener el mapa de bosque/no bosque para el



inicio del proyecto. En este caso el mapa final no se presenta; en su lugar, en un mosaico de imágenes elaborado con las fotografías previamente georeferenciadas, se pueden distinguir las secciones cubiertas de nubes (figura 5, sección B) y para cada parcela la cobertura es fácilmente identificable (figura 5, sección C).

Con la información obtenida en los pasos anteriores es posible, entonces, comparar los mapas de cobertura de bosque para 1989/1992 y el del 2005 para así definir las áreas elegibles para las actividades del proyecto. Cabe destacar que esta información debe ir acompañada de los procedimientos descritos en el acápite 3.2 de esta guía, con su debida justificación y evidencia, de la cual estos mapas forman parte.

3.14 Bibliografía

- Kasischke, E; Melak, J; Dobson, C. 1997. The use of imaging radars for ecological applications: a review. *Remote Sensing of the Environment* 59: 141–156.
- Malczewski, J. 1999. GIS and multicriteria decision analysis. John Wiley & Sons, New York, USA. 392 p.
- Murdiyarto, D; Puntodewo, A; Widayati, A; Noordwijk, M. 2006. Determination of eligible lands for AR/CDM Project activities and of priority districts for project development support in Indonesia. Center for International Forestry Research (CIFOR), Jakarta, Indonesia. 39 p.
- Rosenqvist, A; Milne, A; Lucas, R; Imhoff, M; Dobson, C. 2003. A review of remote sensing technology in support of the Kyoto Protocol. *Environmental Science & Policy* 6: 441-455.
- Wagner, W; Jonas, M; Hoffmann, C; Gangkofner, U; Hasenauer, S; Hollaus, M; Schiller, C; Kressler, F. 2004. The Role of Earth Observation in the Good Practice Guidance for Reporting Land Use, Land Use Change and Forestry Activities as Specified by the Kyoto Protocol; Poster: Envisat & ERS Symposium, Salzburg; 09-06-2004-09-10-2004; in "Proceedings of the Envisat & ERS Symposium," 92-9092-883-2.
- World Bank, 1996. The World Bank Participation Sourcebook. World Bank, Washington, D.C., USA. 259 p.



4 Preguntas frecuentes sobre metodologías de línea base y monitoreo para proyectos forestales MDL

Álvaro Vallejo*, Walter Oyantçabal**,

Pablo Rodríguez-Noriega*, Lucio Pedroni*

*Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE

**Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca del Uruguay, MGAP

4.1 ¿Qué es una metodología de proyecto forestal MDL?

En el contexto del MDL, una metodología es un conjunto de métodos y reglas específicos para la ejecución de proyectos MDL. Las metodologías MDL permiten, entre otros:

- Evaluar y demostrar la adicionalidad de las remociones de carbono que resultarán de la implementación de una actividad de proyecto de remoción de gases de efecto invernadero
- Determinar la línea base
- Definir las actividades del proyecto
- Evaluar las fugas y emisiones del proyecto
- Estimar el flujo de carbono y otros gases de efecto invernadero utilizando métodos y ecuaciones que se apoyan en el conocimiento científico existente y que son los más adecuados y precisos para las circunstancias de un proyecto específico

La aplicación de una metodología asegura que los proyectos del MDL son de buena calidad y de calidad similar en cualquier parte del mundo. Los participantes de proyectos forestales MDL que deseen validar o registrar su proyecto deben utilizar

una metodología previamente aprobada por la JD del MDL, o proponer a la misma una nueva metodología para su consideración y aprobación.

4.2 ¿Por qué es necesario usar una metodología para un proyecto forestal MDL?

Es necesario utilizar una metodología concreta para un proyecto forestal MDL dado que la JD establece que los participantes de proyectos que deseen registrar o validar una actividad de proyecto MDL deberán usar una metodología previamente aprobada por ellos. Cada proyecto debe escoger la metodología que resulte más apropiada para sus circunstancias. Si ninguna de ellas resulta apropiada, podrá proponer una nueva metodología (ver acápite 4.6 y 4.7).

El uso de una metodología ayuda a los proponentes del proyecto en la estructuración del mismo y a considerar todos los aspectos pertinentes. De igual manera, ayuda al trabajo de los validadores y de la JD, y genera mayor confianza entre los compradores de los CRE.

4.3 ¿Cuáles son los principales aspectos que cubre una metodología para un proyecto forestal MDL?

Los principales aspectos que aborda una metodología se abordan en las preguntas 4.3.1 a 4.3.5.

4.3.1 ¿Qué tipo de actividades se pueden considerar en el proyecto?

En el MDL forestal son posibles proyectos de forestación o reforestación¹⁷, ya sea por plantación o por regeneración natural asistida. Se aceptan varios tipos de sistemas forestales, mientras cumplan con las condiciones de bosque y permanencia. Algunos ejemplos son plantaciones puras, plantaciones mixtas, plantaciones con fines comerciales o protectores, sistemas agroforestales y silvopastoriles. En cuanto a lo que se entiende por bosque, ver el acápite 3.3 de la sección 3.

4.3.2 ¿Cuál es la línea base?

La **línea base (o base de referencia)**¹⁸ es, en términos simples, el escenario que representa de manera razonable la suma de los cambios en las existencias de carbono en los reservorios dentro de las fronteras del proyecto, que se producirían de no realizarse la actividad de proyecto propuesta.

4.3.3 ¿Cuáles son los reservorios considerados en el proyecto?

Los **reservorios** son aquellos componentes del ecosistema que sirven como almacenes de carbono, los cuales pueden ser biomasa aérea, biomasa subterránea, madera muerta, hojarasca y carbono orgánico en el suelo. En el MDL, los productos derivados del bosque no son considerados

como parte de los proyectos y, por lo tanto, deben ser considerados como fuentes en el momento en que salen fuera del dominio del proyecto. Cada metodología define cuáles reservorios serán considerados y cuáles no; sin embargo, para que un reservorio pueda ser excluido, se debe demostrar que éste aumentará o al menos no decrecerá más de lo que decrecería en la línea base.

Definiciones 19.CP9:

La base de referencia para un proyecto de forestación o reforestación propuesto en el marco del MDL es el escenario que representa de manera razonable la suma de las variaciones del carbono almacenado en los reservorios de carbono dentro del ámbito del proyecto que se habría producido de no realizarse la actividad del proyecto propuesto. Se considerará: que la base de referencia representa razonablemente la suma de las variaciones del carbono almacenado en los reservorios de carbono dentro del ámbito del proyecto que se habría producido de no realizarse el proyecto de forestación o reforestación del MDL propuesto si se ha determinado utilizando una metodología aprobada por la JD del MDL.

4.3.4 ¿Qué son fugas?

Las **fugas** representan el incremento de las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero que se producen fuera del límite del proyecto, y que son medibles y atribuibles a la actividad de proyecto MDL (ver sección 6 de esta guía).

¹⁷ La JD del MDL establece una diferenciación entre forestación y reforestación. **Forestación** es "la conversión humana directa de tierra no forestada en tierra forestada mediante siembra, plantación o regeneración asistida de árboles en plantación, en sitios donde no ha habido cobertura de bosques durante al menos 50 años". **Reforestación** es la conversión directa, por inducción humana de áreas no forestales a áreas forestales mediante plantación, dispersión de semillas o regeneración natural asistida en tierras que estuvieron cubiertas de bosques pero que fueron convertidas a coberturas no boscosas antes del 1 de enero de 1990 (Acuerdo de Marruecos). Para efectos prácticos, no hay diferencia alguna entre forestar y reforestar.

¹⁸ Aunque la traducción oficial de *baseline* es "base de referencia", hay un uso total y generalizado del término "línea base" en el mundo hispano. Note sin embargo que, como el idioma oficial del Protocolo de Kioto es el inglés, todos los documentos relacionados con un proyecto MDL deberán ser procesados en dicha lengua y por tanto la fidelidad en la traducción de términos pierde importancia.

Definiciones 19.CP9:

Una "fuga" es el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero por las fuentes que se produce fuera del ámbito del proyecto de forestación o reforestación del MDL y que puede medirse y atribuirse a la actividad del proyecto de forestación o reforestación.

Cada proyecto MDL deberá considerar en su plan de manejo las fugas potenciales. Por ejemplo, habría fugas como consecuencia de la implementación del proyecto si este se realiza en tierras que se utilizan para la ganadería o para cultivos agrícolas y las personas que las explotan deben emigrar a otras tierras con bosques y talarlos para dedicarse a las mismas actividades. También los traslados de personal del proyecto fuera del límite del proyecto se consideran fugas.

4.3.5 ¿Qué cantidad y tipo de emisiones ocurrirán en el proyecto?

Las emisiones por actividades representan el cambio neto de emisiones antropogénicas por fuentes de GEI que se producen dentro del ámbito del proyecto, incluyendo el uso de especies fijadoras de nitrógeno. Sin embargo, es posible que en el futuro cercano se decida no castigar a los proyectos por el uso de especies fijadoras de nitrógeno; es importante por lo tanto revisar periódicamente la información proveniente del Grupo de Trabajo en Forestación/Reforestación (A/R Working Group) en cuanto al uso de especies fijadoras de nitrógeno (<http://cdm.unfccc.int/Panels/ar>).

El desarrollador de proyectos debe examinar las metodologías aprobadas para analizar cuál o cuáles de ellas aplican en su caso. En la sección I.2 de las metodologías¹⁹ se establecen las condiciones generales de aplicabilidad que definen claramente las restricciones para aplicar la metodología a un proyecto en particular.

4.4 ¿Cuántas metodologías existen?

Hasta la fecha, la JD del MDL ha aprobado ocho metodologías para actividades de proyecto de forestación/reforestación. La lista de metodologías aprobadas cambia con frecuencia por lo que se recomienda consultarla oportunamente en http://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/approved_ar.html.

En el momento de esta publicación, cuatro metodologías adicionales se encuentran en proceso de revisión. La lista de metodologías en proceso de revisión aparece en <http://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/publicview.html?cases=B>.

4.5 ¿Cuáles son los principales componentes de una metodología?

Una metodología para proyectos forestales MDL contiene las siguientes secciones:

Sección I: Resumen de la metodología y condiciones de aplicabilidad

Sección II: Descripción de la metodología de línea base

Sección III: Descripción de la metodología de monitoreo

Sección IV: Listas de variables, acrónimos y referencias

A continuación se describen en detalle las secciones II y III.

4.5.1 Sección II—una metodología de línea base

Una metodología de línea base (figura 6) tiene por objetivo la estimación *ex ante* del balance neto de gases de efecto invernadero que resultaría de la implementación de un proyecto forestal MDL.

4.5.1.1 Elegibilidad

No todas las áreas terrestres son elegibles para la implementación de un proyecto forestal MDL. Para

¹⁹ La sección I.2 se refiere al formato de la metodología de línea base y monitoreo y no a una sección de esta guía.

un proyecto de esta naturaleza, un área específica debe cumplir con los siguientes requisitos:

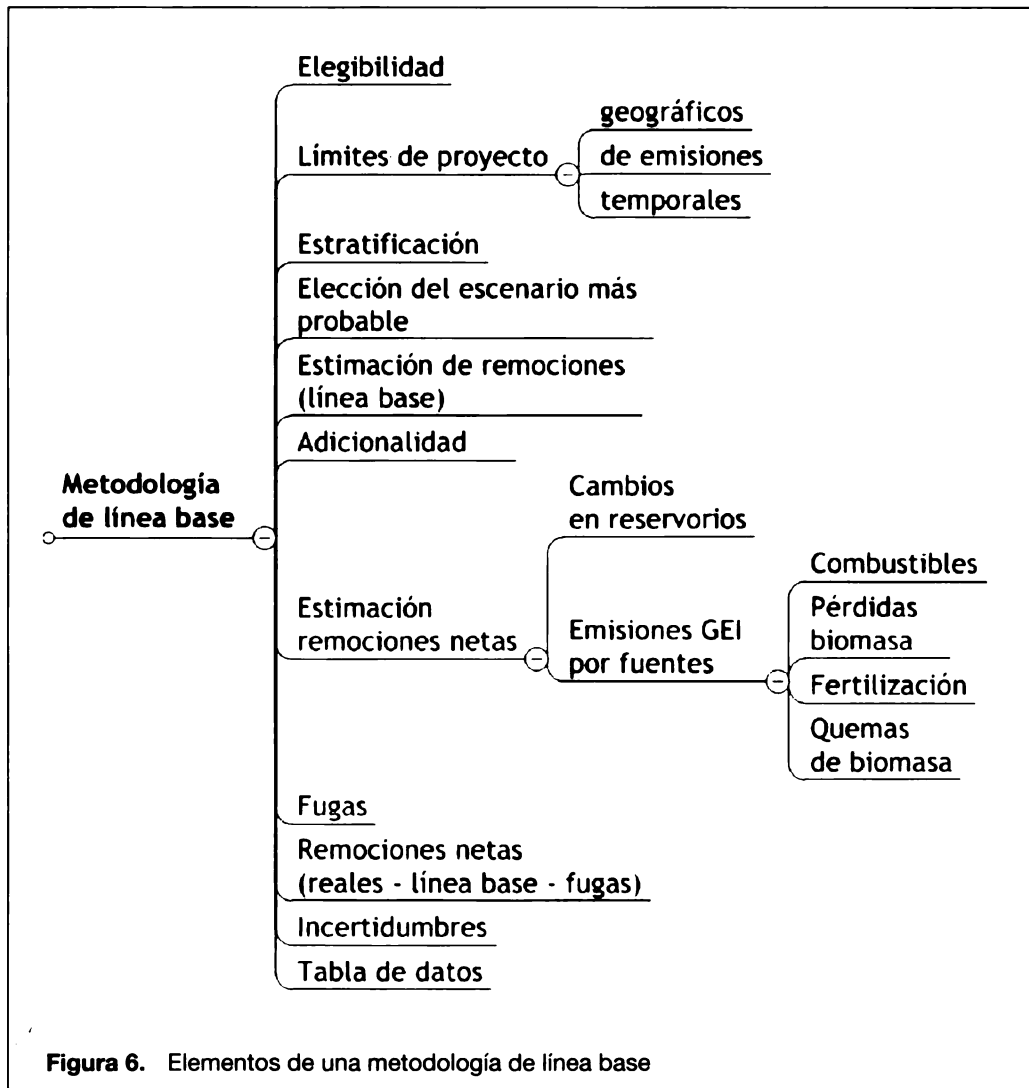
- Estar localizada en un país No Anexo 1 que haya ratificado el PK.

- La AND debe haber informado a la JD del MDL la definición de bosque del país, la cual estipula la cobertura de copa mínima (entre 10% y 30% del área), el área mínima definida como bosque (entre 0,05 y 1,0 ha) y la altura mínima potencial in situ de los árboles que conformen dicho bosque (entre 2 y 5 m).

*¿Cuáles son los países No Anexo 1?
http://unfccc.int/parties_and_observers/parties/non_annex_1/items/2833.php*

*¿Cuáles países han ratificado el PK?
http://unfccc.int/kyoto_protocol/status_of_ratification/items/2613.php*

*¿Cuál es la Autoridad Nacional Designada en los países?
<http://cdm.unfccc.int/DNA/index.html>*



- No haber tenido bosque (según la definición de bosque de la AND) al 31/12/1989.
- Contar con títulos legales y titularidad de la tierra donde se desarrollará el proyecto claramente definidos.
- Definir claramente los derechos a los créditos.

Una información más detallada sobre elegibilidad se encuentra en la sección 3 de esta guía.

4.5.1.2 Límites de proyecto

Para el correcto diseño de un proyecto forestal MDL, es necesario definir claramente los límites de proyecto. Estos límites definen geográficamente las actividades de forestación y reforestación bajo el control de los participantes del proyecto. Las actividades de proyecto pueden contener más de una porción discreta de terreno.

Si este es el caso, cada porción discreta de terreno deberá tener una identificación geográfica única e irrepetible, y se deben identificar los límites de cada porción.

Todas las metodologías aprobadas hasta la fecha, sugieren o requieren el uso GPS para la identificación de los polígonos formados por cada porción de terreno.

4.5.1.3 Estratificación previa

Las áreas de un proyecto son usualmente heterogéneas en términos de microclima, condiciones del suelo y cobertura vegetal previa, así como en especies empleadas y años de establecimiento. Por lo tanto, para disminuir costos, aumentar precisión y facilitar las estimaciones y el monitoreo, es necesario estratificar el área de proyecto. Cada metodología aprobada define entre tres y seis etapas, cada una con diferentes pasos puntuales, para la realización de la estratificación previa. En general, es necesario realizar una estratificación según las condiciones preexistentes, las actividades planeadas y las condiciones resultantes de los dos aspectos anteriores.

4.5.1.4 Selección del enfoque de línea base

La JD convino en que los tres enfoques de línea base enunciados en los apartados a), b) y c) del

párrafo 22 de la 19/CP9 de las M&P del MDL eran los únicos aplicables a las actividades de proyecto MDL. Estos enfoques son:

- a) Las variaciones efectivas del carbono almacenado en los reservorios de carbono dentro del ámbito del proyecto, en el momento actual o en el pasado, según corresponda.
- b) Las variaciones del carbono almacenado en los reservorios de carbono dentro del ámbito del proyecto debidas a una forma de uso de la tierra que represente una línea de acción económicamente atractiva, teniendo en cuenta los obstáculos a las inversiones.
- c) Las variaciones del carbono almacenado en los reservorios del carbono dentro del ámbito del proyecto resultantes de la modalidad más probable de uso de la tierra al inicio del proyecto.

En el cuadro 3 se presentan los enfoques de línea base que siguen las ocho metodologías existentes. Una guía para determinar cuál enfoque conviene seleccionar se presenta en el árbol de decisión de la figura 7.

4.5.1.5 Adicionalidad

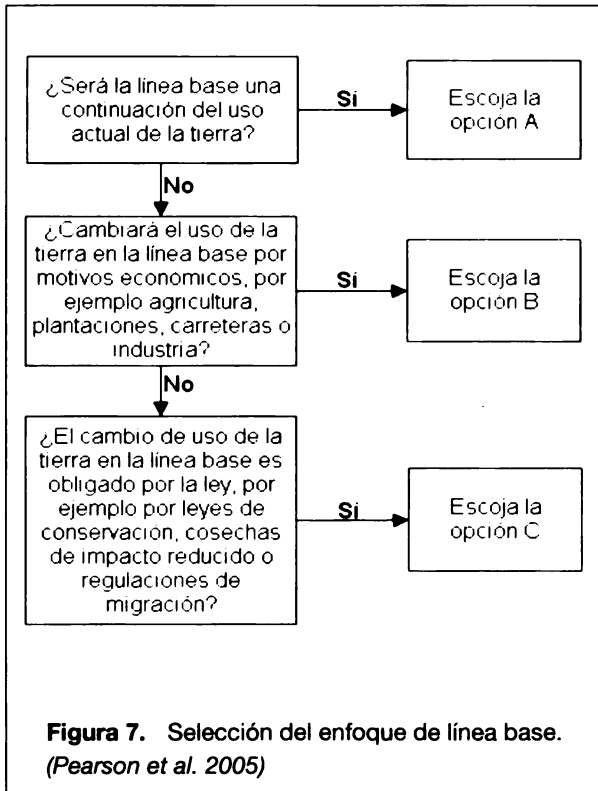
Para un proyecto MDL, la reducción de emisiones debe estar más allá (o ser adicional) a lo que hubiera ocurrido en ausencia del proyecto. Este criterio se conoce como adicionalidad. La adicionalidad en su significado actual en el contexto de MDL, es la razón por la cual un determinado proyecto de remoción de emisiones no sería factible sin el MDL. En un proyecto MDL forestal, el desarrollador de proyectos debe demostrar esta adicionalidad, básicamente mediante uno cualquiera de los siguientes argumentos:

- que sin MDL el proyecto no es financieramente viable
- que sin MDL existen barreras que no permiten implementar el proyecto, estas barreras pueden ser falta de tecnología necesaria en la región/país o que la actividad de reforestación/forestación no es una práctica común o tradicional en la región/país

Este proceso de demostración se explica detalladamente en la sección dos de esta guía.

Cuadro 3. Enfoques de línea base de las metodologías aprobadas

Enfoque de línea base/ Metodología	AR-AM0001	AR-AM0002	AR-AM0003	AR-AM0004	AR-AM0005	AR-AM0006	AR-AM0007	AR-AM 0008
A	X	X	X	X		X	X	X
B								
C					X			



4.5.1.6 Estimación ex ante de remociones netas de gases de efecto invernadero en la línea base

La gestión de un proyecto MDL forestal requiere una estimación previa de las remociones netas reales de gases de efecto invernadero que ocurrirían en la línea base del proyecto. Por lo general, en el caso de los pastizales, se asume que las remociones de gases de efecto invernadero son cero; sin embargo, en otros usos de la tierra de línea base, es necesaria la estimación de estas remociones (en el caso de los usos de la tierra que incrementarían con el tiempo las remociones ocurridas en la línea base, es necesario considerar que esta

línea base no alcanzaría con el tiempo el límite de la definición de bosque, ya que si esto ocurriera, el terreno en cuestión no sería elegible).

Para realizar esta estimación es necesario:

- a) Determinar los cambios en existencias de carbono en cada estrato
- b) Determinar las remociones de carbono de la línea base, sumando ganancias y restando las pérdidas de carbono, o contabilizando los cambios ocurridos en el carbono.

Cada metodología aprobada tiene procedimientos claramente establecidos y fórmulas explícitas para el cálculo de las remociones en un proyecto

4.5.1.7 Fugas

Dado que las fugas son consecuencia de la implementación del proyecto (ver acápite 4.3.4), tales emisiones de GEI deberán ser descontadas en el balance global de gases de efecto invernadero del proyecto y disminuirán, por lo tanto, los créditos obtenidos por el mismo. Los parámetros para el monitoreo de las fugas se definen en el plan de monitoreo. Las fugas se estiman durante la implementación del proyecto y deben ser descontadas en el momento de las verificaciones.

4.5.1.8 Estimación ex ante de remociones netas reales antropogénicas de gases de efecto invernadero

La gestión de un proyecto forestal MDL exige la estimación previa de las remociones netas reales de gases de efecto de invernadero atribuibles a la actividad del proyecto. Para la estimación de las remociones se sigue un procedimiento similar al antes descrito para la línea base. Cada metodología establece claramente cuáles son los reservorios que deberán ser tenidos en cuenta en la estimación de remociones.

Adicionalmente, para el cálculo de las remociones **netas**, se requiere también incluir las emisiones de GEI por parte de las fuentes emisoras. Estas fuentes emisoras pueden ser el uso de combustibles fósiles y no fósiles, la reducción de la cobertura vegetal por remoción o quema, las actividades de establecimiento y manejo que pueden causar emisiones, tales como el uso de fertilizantes nitrogenados, el drenaje de suelos inundados, el uso de especies fijadoras de nitrógeno, entre otras (ver sección 6 de esta guía).

El balance neto de remociones reales se realizará calculando las remociones ocurridas en los reservorios de carbono y restando las emisiones por parte de las fuentes emisoras, las fugas y las capturas que se hubieran generado en la línea base (figura 8).

4.5.1.9 Incertidumbres

Al estimar las remociones netas de gases de efecto invernadero de un proyecto en particular es inevitable que haya un margen de error asociado con dicha estimación debido a errores de planificación, uso de métodos estadísticos, uso de modelos, variabilidad natural, etc. Esto hace que las estimaciones puedan diferir de las remociones reales. El diseño de un proyecto forestal MDL requiere que todos los supuestos utilizados en la formulación de dicho proyecto sean **explícitos** y **prudenciales** o **conservadores**. En la evaluación de riesgo e incertidumbre es necesario:

- Compilar los riesgos potenciales e incertidumbres específicos del proyecto.
- Clasificar los posibles riesgos de manera cuantitativa y cualitativa.
- Estimar la probabilidad y significancia que ocurra cada uno de los eventos.

Cada metodología establece claramente cuáles son las posibles fuentes de incertidumbre que serán consideradas en un determinado proyecto y las medidas utilizadas para controlarlas.

4.5.2 Sección III—Metodología de monitoreo

La metodología de monitoreo es el método utilizado por los participantes en el proyecto para la reunión y archivo de todos los datos necesarios para la ejecución del plan de monitoreo (figura 9). Siempre se debe usar la misma metodología de monitoreo que viene incluida en la metodología de línea base. No se puede mezclar, por ejemplo, la metodología de línea base de ARAM 0004 y la de monitoreo de ARAM 0006.

El plan de monitoreo es un elemento clave porque en el mismo se definen las tareas de monitoreo que se realizarán durante la implementación del proyecto. En cada verificación se deben respaldar los resultados de la medición o la estimación de cada parámetro empleado. La verificación es esencial para la emisión de créditos, por lo que un plan de monitoreo no cumplido pone en riesgo la emisión de los certificados de reducciones y, por lo tanto, los ingresos esperados del proyecto.

4.5.2.1 Monitoreo de límites e implementación

El monitoreo de los límites y de la implementación de las actividades de un proyecto MDL forestal se realiza con el propósito de demostrar que la implementación del proyecto cumple con el plan presentado en el documento de diseño de proyecto. En general, el monitoreo incluye los límites de las áreas que conforman el proyecto,



Figura 8. CRE o toneladas de CO₂ reducidas = capturas en el proyecto—capturas en línea base—emisiones del proyecto—fugas (si existe alguna)

el plan de establecimiento y el plan de manejo forestal. Cada metodología establece un procedimiento preciso para realizar dicho monitoreo y medidas correctivas que deben ser tomadas en

caso de que no se cumpla con lo planeado. Los detalles concretos sobre el monitoreo de límites e implementación del proyecto varían con cada metodología.

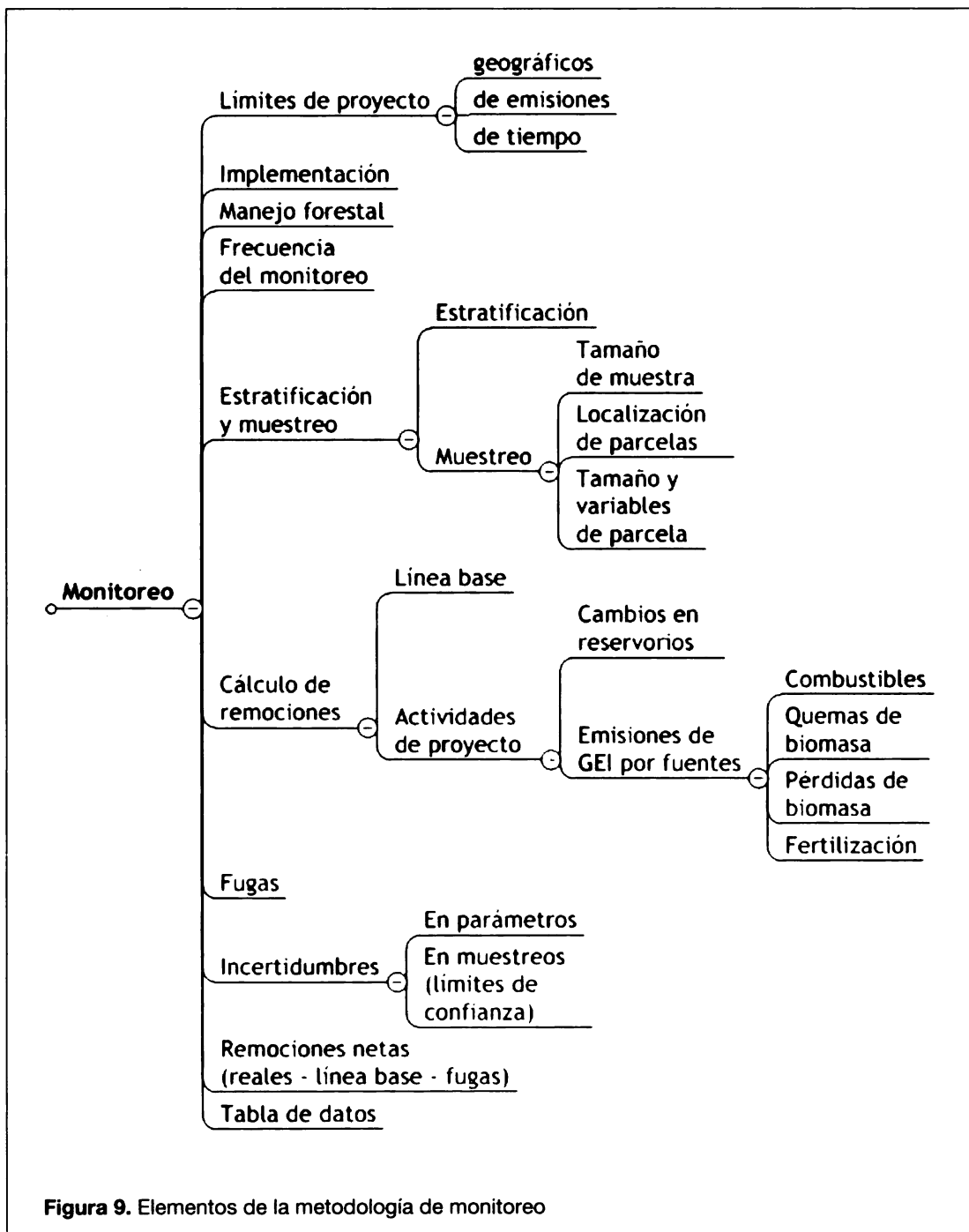


Figura 9. Elementos de la metodología de monitoreo

4.5.2.2 Estratificación y muestreo

Al igual que en el caso de la metodología de línea base, durante la implementación del proyecto es necesario establecer y revisar periódicamente una estratificación de las áreas donde ocurren las actividades de proyecto.

- **Paso 1:** Identificar los factores clave que influyen en las existencias de carbono en los reservorios de biomasa (aérea y subterránea). Estos factores pueden incluir características de suelos, microclima, relieve, especies a ser plantadas, años de plantación, manejo planeado (por ejemplo, entresacas), etc.
- **Paso 2:** Colectar información local sobre los factores identificados en el paso 1, por ejemplo, mapas locales de clasificación de calidad de sitio, mapas, informes, estadísticas e informes de suelos, cobertura vegetal, geología, geofor-mas, procesos erosivos, etc.
- **Paso 3:** Estratificación preliminar jerárquica en función de la significancia y la extensión de los factores que influyen en las existencias de carbono, comenzando por aquellos factores de mayor influencia (preferiblemente en un SIG). Si se utiliza una plataforma SIG, podría no ser necesaria la jerarquización de los estratos. Ver la sección II.3²⁰ en el documento de la metodología elegida.

Cada metodología aprobada tiene procedimientos claros y fórmulas explícitas para la estratificación de los proyectos que sigan dicha metodología; tales procedimientos se detallan en la sección III.2²¹ (ver documento de la metodología seleccionada en el sitio Web del MDL www.cdm.unfccc.int).

4.5.2.3 Cálculo de remociones reales netas de gases de efecto invernadero

En este apartado se deben considerar las emisiones por actividades (uso de combustibles fósiles, remoción de biomasa preexistente, uso de árboles fijadores de nitrógeno y fertilización, entre otros) y los cambios en reservorios de carbono.

4.5.2.4 Fugas

Durante la vida útil del proyecto será necesario monitorear las fugas de gases de efecto invernadero que hayan sido consideradas en el documento de diseño del proyecto. Cada metodología involucra un número y tipo diferente de fugas y cada fuga involucra uno o más GEI que deben ser tenidos en cuenta, junto con sus diferentes potenciales de calentamiento.

4.6 ¿Cómo se selecciona una metodología?

Para poder seleccionar una metodología que respalde la gestión de una actividad de proyecto forestal MDL es necesario definir varios aspectos concretos relacionados con el proyecto.

La manera fácil...

Si el desarrollador de proyectos no ha elegido aún una metodología aprobada para su proyecto forestal MDL, el Asistente para la elección de metodologías forestales MDL le será de gran ayuda para considerar de manera rápida y asistida los aspectos más importantes relacionados con la elección de una metodología. Este asistente fue desarrollado por el Proyecto Forma y está disponible para descarga en <http://www.proyectoforma.com/asistente.html>.

Los aspectos más importantes son los que siguen:

4.6.1 Condiciones de aplicabilidad

Todas las metodologías para proyectos forestales MDL definen las condiciones o circunstancias bajo las cuales se puede aplicar dicha metodología a proyectos concretos. Las condiciones de aplicabilidad son restricciones que limitan la elección de metodologías para proyectos concretos. Ejemplo de algunas condiciones de aplicabilidad son:

- No debe haber manejo en el escenario de línea base, o sólo un manejo poco intensivo con poca o ninguna reforestación.

²⁰ La sección II.3 se refiere a la sección de una metodología y no a una sección de esta guía.

²¹ Idem.

- No existe forestación/reforestación previa.
- La línea base debe estar compuesta por pastos, agricultura o abandono.

Para conocer las condiciones de aplicabilidad de una metodología concreta, consulte la sección I.2²², o bien utilice el Asistente para la elección de metodologías MDL forestales.

4.6.2 Enfoque de línea base

Las modalidades y procedimientos para proyectos forestales MDL establecen, como se explicó en detalle en el acápite 4.5.1.4, tres opciones de enfoque para determinar la línea de base, enunciadas en los apartados a), b) y c) del párrafo 22 de la Decisión 19/CP9. El enfoque de línea base forma parte de las condiciones de aplicabilidad.

4.6.3 Reservorios de carbono

Los reservorios de carbono considerados en proyectos forestales MDL (biomasa aérea, biomasa subterránea, madera muerta, hojarasca y carbono orgánico en el suelo) son susceptibles de aumentar o disminuir por acciones humanas. En el caso de proyectos MDL, el objetivo es el aumento de uno o más de los reservorios de carbono. Según la metodología escogida, una actividad de proyecto de FR puede incluir o excluir determinados reservorios de carbono (cuadro 4). Sin embargo, si se excluye un reservorio, se debe proveer información transparente y verificable de que el reservorio excluido no aumentará las emisiones netas de gases de efecto invernadero como consecuencia de la implementación de las actividades de proyecto.

El desarrollador de proyectos tiene dos posibilidades frente a la selección de reservorios de carbono:

- Escoger los reservorios de carbono a considerar según la metodología de su agrado
- Escoger la metodología a emplear según los reservorios de carbono de su interés (siempre y cuando demuestre que los reservorios no escogidos no decrecerán más en el proyecto que en la línea base)

Por ejemplo, si en un proyecto el carbono en suelo supone una emisión o captura y se consideran los reservorios de biomasa aérea y subterránea, habría dos metodologías posibles, la 02 y la 06. No obstante, en el primer caso la metodología determina la medición de otros dos reservorios que pueden no ser económicamente rentables y en el segundo, la metodología se adapta perfectamente al proyecto.

4.6.4 Emisiones por actividades

En este apartado se deben considerar las emisiones por actividades (uso de combustibles fósiles, remoción de biomasa preexistente, uso de árboles fijadores de nitrógeno y fertilización, entre otros) y los cambios en los reservorios de carbono.

4.6.5 Fugas

Cada metodología aprobada define claramente cuáles serán las posibles fugas de emisiones de gases de efecto de invernadero por actividades de proyecto y cómo se monitorearán y cuantificarán estas emisiones (cuadro 5).

Cuadro 4. Reservorios considerados en las metodologías MDL aprobadas

Reservorio/ Metodología	AR - AM0001	AR - AM0002	AR - AM0003	AR - AM0004	AR - AM0005	AR - AM0006	AR - AM0007	AR - AM0008
Biomasa aérea	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Biomasa subterránea	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Madera muerta	No	Sí	No	No	No	No	Sí	No
Hojarasca	No	Sí	No	No	No	No	Sí	No
Carbono orgánico en el suelo	No	Sí	No	No	No	Sí	No	No

²² La sección I.2 se debe buscar en el formato de una metodología y no esta guía

Al igual que en el caso de las emisiones por actividades, el desarrollador de proyectos no tiene la facultad de considerar o no una fuga resultante de la implementación u operación de una actividad de proyecto forestal MDL. Simplemente, si hay fugas, por fuerza éstas habrán de ser consideradas y calculadas durante la vida útil del proyecto. Sin embargo, el que un tipo de fugas dado no ocurra en un proyecto, no implica que las metodologías que incluyen este tipo de fugas no puedan ser elegidas para un determinado proyecto. En este caso, bastará con justificar que las fugas no se producen y colocar ceros en todas las fórmulas correspondientes. Por ejemplo, si en una actividad de proyecto no habrá desplazamientos de actividades agrícolas o ganaderas, podría escogerse la metodología 03, y en la fórmula de cálculo correspondiente, donde se establecen las emisiones por fugas, simplemente se usará un cero²³.

4.7 ¿Qué ocurre si ninguna metodología sirve para mi proyecto?

Si ninguna de las metodologías aprobadas por la JD del MDL se adapta a su proyecto, o si por alguna otra razón el desarrollador del proyecto

decide no usar ninguna metodología aprobada, se podrá proponer una nueva metodología a la JD. Una opción que está cobrando importancia es proponer modificaciones a una metodología aprobada para que esta se adecue a las circunstancias del proyecto.

En la actualidad es poco recomendable proponer metodologías nuevas. El proceso demora significativamente la validación y el registro del proyecto, es bastante complejo y muy costoso. Teniendo en cuenta el número de metodologías ya aprobadas, y que estas cubren un amplio rango de características pre-proyecto y de actividades posibles de proyecto, se sugiere escoger una ya aprobada o modificarla si fuese necesario. Para la modificación de una metodología existente, es necesario solicitar formalmente la revisión de la metodología en cuestión a la JD del MDL.

4.8 ¿Cómo se presenta un Documento de Diseño de Proyecto?

La gestión de los proyectos forestales MDL ante la JD del MDL sigue un ciclo de pasos definido. El siguiente es un resumen de tal proceso.

Cuadro 5. Fugas consideradas en las metodologías aprobadas

Fuga/ Metodología	GEI	AR - AM0001	AR - AM0002	AR - AM0003	AR - AM0004	AR - AM0005	AR - AM0006	AR - AM0007	AR - AM0008
Quema de combustibles fósiles	CO ₂	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Desplazamiento de actividades agrícolas o ganaderas	CO ₂	No	No	Sí	Sí	Sí	No	No	No
Desplazamiento de recolección de leña	CO ₂	No	No	Sí	Sí	Sí	No	Sí	No
Cercado	CO ₂	No	No	Sí	Sí	No	No	Sí	No
Producción de forraje	CH ₄	No	No	No	No	No	Sí	No	No
	N ₂ O	No	No	No	No	No	Sí	No	No

²³ **Nota importante:** al realizar este tipo de interpretación de las reglas, tenga en cuenta las condiciones generales de aplicabilidad para la metodología en cuestión. Si por caso la metodología 03 en nuestro ejemplo considerara que sólo es aplicable cuando ocurren desplazamientos de actividades agrícolas, no sería posible entonces emplearla en casos donde no ocurran desplazamientos, lo que neutraliza la fórmula correspondiente. Tenga en cuenta que en la validación se deberá demostrar que cada criterio de aplicabilidad definido por la metodología se cumple en la implementación del proyecto.

4.8.1 Diseño de la actividad de proyecto

Para este fin, la JD ha desarrollado una plantilla de DDP-MDL, una guía para llenar dicho documento y un glosario de términos relacionados. Las siguientes son las direcciones virtuales donde pueden conseguirse dichos documentos.

Plantilla de documento: http://cdm.unfccc.int/Reference/Documents/cdmDDP/English/CDM_DDP.doc

Guía: http://cdm.unfccc.int/Reference/Documents/Guidel_DDP_most_recent/English/Guidelines_CDMDDP_NM.pdf

Glosario: http://cdm.unfccc.int/Reference/Guidclarif/glossary_of_CDM_terms.pdf

alguna de las metodologías ya aprobadas puede servir para su proyecto, le recomendamos usar el **Asistente para la Elección de Metodologías MDL Forestales** desarrollado por el **Proyecto Forma**.

¿Dónde puedo encontrar las metodologías aprobadas?

http://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/approved_ar.html

¿Dónde encuentro instrucciones y guías para la elaboración de mi DDP?

<http://cdm.unfccc.int/Reference/Guidclarif/index.html>

¡Atención!

- *Verifique siempre que esté usando la versión más reciente de estos documentos. Si utiliza versiones anteriores, tendrá retrasos y dificultades en la gestión de su proyecto. Como el diseño de un proyecto puede tomar varios meses, verifique nuevamente la actualidad de dichos documentos antes de enviar una propuesta a la JD del MDL.*
- *No cambie ni altere los formatos de la plantilla de documentos entregada por la JD del MDL. Muy probablemente su propuesta no será aceptada si lo hace.*

4.8.1.1 Elección y uso de una metodología aprobada

Las metodologías aprobadas por la JD del MDL son publicadas, junto con cualquier guía que sea relevante, y puestas a disposición de proponentes de proyecto que las consideren adecuadas para sus respectivos proyectos. Si el desarrollador de proyectos decide utilizar una metodología aprobada, sólo será necesario gestionar el DDP, en el cual se indica cuál metodología será empleada para la implementación de dicho proyecto. Si el desarrollador de proyecto desea analizar si

4.8.1.2 Proposición de una nueva metodología

Si ninguna de las metodologías aprobadas por la JD del MDL se adapta a su proyecto, o si por alguna otra razón decide no usar ninguna metodología aprobada, usted podrá proponer una nueva metodología a la JD. Esta propuesta de nueva metodología tendrá que ser acompañada de un borrador simplificado de DDP. Para que la nueva metodología llegue a manos de la JD es necesario utilizar los servicios de una EOD.

4.8.2 Validación de la actividad de proyecto MDL

La validación es la comprobación de que el DDP contiene información que fue generada siguiendo las M&P del MDL. La validación es realizada por una EOD, independiente de la JD del MDL (ver sección 1 de esta guía).

4.8.3 Registro de la actividad de proyecto MDL

Esto corresponde a la aceptación formal por parte de la JD del MDL de un proyecto validado como Actividad de Proyecto MDL. Es posible que en un lapso de cuatro (en el caso de pequeña escala) a ocho semanas (escala completa) se realice una solicitud de revisión por parte de la JD del MDL.

4.8.4 Certificación/verificación de la actividad de proyecto MDL

Verificación es la revisión periódica e independiente y la determinación posterior por parte de la EOD de la remoción neta de emisiones monitoreadas de gases de efecto invernadero que ocurran como resultado de una actividad de proyecto MDL registrada. La certificación es la constancia escrita del logro de dicha remoción. La primera verificación puede ocurrir en cualquier momento de la implementación del proyecto, a petición del proyecto. Las verificaciones siguientes ocurren cada cinco años, sin importar las circunstancias.

4.9 ¿Dónde se puede encontrar más información?

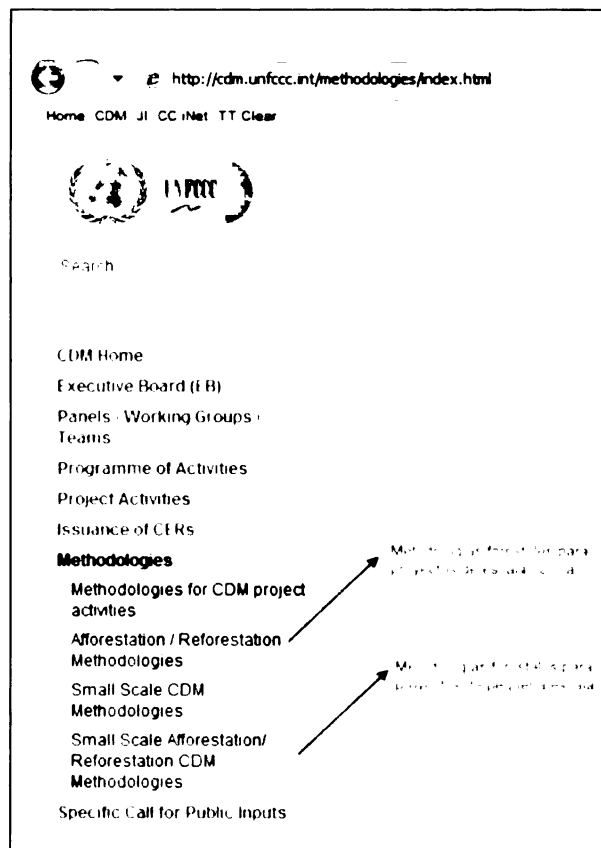
Sitio del MDL de la CMNUCC: <http://cdm.unfccc.int/index.html> (ver recuadro en esta página).

En este sitio encontrará información sobre la JD del MDL, las actividades de proyecto alrededor del mundo, registradas o en proceso de registro, la emisión de certificados, las metodologías aprobadas y en proceso de aprobación, las autoridades nacionales designadas, etc.

La información provista en los siguientes enlaces no elimina la necesidad de consultar siempre la guía ofrecida por la JD del MDL en su sitio oficial.

Proyecto Forma (en español): <http://www.proyectoforma.com>

El proyecto tiene como propósito brindar apoyo para el desarrollo de proyectos de forestación/ reforestación y bioenergía del MDL en la región iberoamericana. El proyecto ofrece apoyo en asistencia técnica para el desarrollo metodológico, apoyo financiero a proyectos seleccionados, desarrollo de herramientas de diseño apropiadas para proyectos forestales y de bioenergía, y guías sobre temas claves para el desarrollo de los proyectos y sistematización de lecciones aprendidas.



The World Bank Carbon Finance Unit (en inglés): <http://carbonfinance.org/>

En la sección de metodologías se puede encontrar una revisión general de conceptos básicos y reglas para las metodologías MDL, una base de datos de metodologías aprobadas junto con una corta descripción y documentos sobre asuntos metodológicos, lecciones aprendidas, etc.

Winrock International (en inglés): <http://www.winrock.org/>

En la sección "Publications/Forestry & Natural Resource Management" se encuentran disponibles varios documentos sobre captura, medición, modelación y monitoreo de carbono en ecosistemas variados. En el sitio Web también se encuentran algunas herramientas gratuitas.

4.10 Bibliografía

- EcoSecurities Consult; Joanneum Research; Conservation International; EcoDecision. Sin fecha. Approved afforestation and reforestation baseline methodology AR-AM0007. "Afforestation and Reforestation of Land Currently Under Agricultural or Pastoral Use." Disponible en http://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/approved_ar.html.
- Fundación Parque Nacional de Pico Bonito (FUPNAPIB); Ecologic Development Fund; Winrock International; USAID MIRA; World Bank (BioCarbon Fund). 2006. Approved afforestation and reforestation baseline methodology AR-AM0004. "Reforestation or afforestation of land currently under agricultural use." Disponible en http://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/approved_ar.html.
- General Directorate for Forests and Pastures; International Bank for Reconstruction and Development. 2006. Approved afforestation and reforestation baseline and monitoring methodology AR-AM0003. "Afforestation and reforestation of degraded land through tree planting, assisted natural regeneration and control of animal grazing." Disponible en http://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/approved_ar.html.
- Institute of Forest Ecology and Environment, Chinese Academy of Forestry; Joanneum Research; Guangxi Forestry Inventory and Design. 2006. Revised Approved afforestation and reforestation baseline methodology AR-AM0001 "Reforestation of degraded land." Disponible en http://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/approved_ar.html.
- Institute of Forest Ecology and Environment; Chinese Academy of Forestry; University of Tuscia, Italy; Department for Environmental Research and Development, Ministry for the Environment Land and Sea, Italy; Chifeng Institute of Forestry, Inner Mongolia Autonomous Region, China; Forestry Bureau of Aohan County, Inner Mongolia Autonomous Region, China; National Bureau to Combat Desertification, CCICCD; State Forestry Administration, China. Sin fecha. Approved afforestation and reforestation baseline methodology AR-AM0006. "Afforestation/Reforestation with Trees Supported by Shrubs on Degraded Land." Disponible en http://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/approved_ar.html.
- Moldsilva; State Forest Agency of Moldova; Forest Research Institute of Moldova; GFA Terrasystems; Winrock International. 2006. Approved afforestation and reforestation baseline methodology AR-AM0002. "Restoration of degraded lands through afforestation/reforestation." Disponible en http://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/approved_ar.html.
- Pearson, T.; Walker, S.; Brown, S. 2005. Sourcebook for land use, land-use change and forestry projects. Winrock International. 64p.
- Plantar S/A; World Bank-Carbon Finance Business. Sin fecha. Afforestation and reforestation baseline methodology AR-AM0005. "Afforestation and reforestation project activities implemented for industrial and/or commercial uses." Disponible en http://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/approved_ar.html.
- Sin autor. Sin fecha. Approved afforestation and reforestation baseline and monitoring methodology AR-AM0008. "Afforestation or reforestation on degraded land for sustainable wood production." Disponible en http://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/approved_ar.html.

5 Preguntas frecuentes sobre la estimación de carbono para proyectos forestales MDL

Álvaro Vallejo*, Pablo Rodríguez-Noriega*, Celia Martínez Alonso**, Paulo Hernández* y Ben de Jong***

*Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE

**Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, INIA-CATIE

***El Colegio de la Frontera Sur, ECOSUR

5.1 ¿Por qué esta sección de la guía?

La estimación y el monitoreo de los cambios antropogénicos en las existencias de carbono, en las emisiones de gases de efecto invernadero y en la remoción de los mismos a nivel de proyecto implican una serie de retos y circunstancias específicas que, a priori, no son fáciles de esquematizar. *La Guía de Buenas Prácticas del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés)* recomienda la aplicación de métodos progresivos basados en mediciones de campo, solas o en combinación con modelos (por ejemplo, ecuaciones alométricas, modelos de simulación).

La mitigación del cambio climático exige mantener los niveles de CO₂ en la atmósfera por debajo de un cierto nivel, que probablemente hayamos superado ya. Para volver a este nivel, o en cualquier caso, para estabilizar los niveles de CO₂, podemos reducir las emisiones de CO₂ en la atmósfera y/o capturar más CO₂ de la atmósfera y fijarlo en la biosfera. Este segundo mecanismo es el que corresponde a los sumideros de carbono. Un sumidero es un ecosistema capaz de absorber más CO₂ del que emite, actuando como una trampa de

carbono. Importantes sumideros naturales de carbono son el mar y la vegetación terrestre.

Los bosques, incluyendo las plantaciones forestales, cumplen un importante papel en el ciclo del carbono global, dado que gran parte de la biomasa en bosques está conformada por carbono (aproximadamente el 50%). La importancia de este papel ha sido reconocida por el PK, en el marco del cual se permite el desarrollo de proyectos de remoción de carbono atmosférico en países que no tienen compromisos de reducciones—comúnmente conocidos como proyectos forestales MDL. Por lo anterior, la estimación de carbono en estos proyectos es un aspecto de fundamental importancia, pues la unidad transable en el mercado internacional del carbono es la reducción (o captura) de CO₂, medida en CO₂e y comerciada en los CRE.

Esto significa que es necesario desarrollar metodologías para la estimación de las existencias de carbono en los bosques y sus cambios en el tiempo. Además de la estimación tradicional de madera en los troncos de los árboles en pie, ahora se deben considerar los árboles completos, vivos y muertos, incluyendo raíces, tocones, fustes (con corteza), ramas y follaje, así como la biomasa en la otra vegetación del bosque: plántulas, arbustos,

musgos, líquenes, helechos y plantas herbáceas, tanto de biomasa viva como muerta, y el carbono orgánico almacenado en el suelo.

Cada metodología aprobada para proyectos forestales MDL define una mecánica concreta de estimación de carbono por fuentes y sumideros en la línea base y con el escenario de proyecto. En realidad, la tarea del desarrollador de proyectos es escoger y sustentar los datos que serán introducidos en cada uno de los pasos de la metodología elegida, respetando los principios fundamentales del MDL (transparencia, conservadurismo, rastreabilidad y aplicabilidad a las condiciones del proyecto) (ver sección 6 de esta guía).

5.2 ¿Cuál es la diferencia entre estimación *ex ante* y estimación *ex post*?

5.2.1 Estimación previa (*ex ante*²⁴)

La estimación previa de los cambios causados por el ser humano en los gases de efecto invernadero se realiza con el objetivo de dimensionar el alcance de un proyecto forestal MDL antes de ser ejecutado. Para la estimación *ex ante* se puede acudir a datos y modelos generales del área y las condiciones del proyecto a realizar; si bien tal información no tiene que ser específica, sí debe ser realista. Si para la estimación previa no existen suficientes datos y modelos locales y específicos para las especies empleadas, se podrán utilizar modelos más generales, desarrollados a nivel regional o nacional, o incluso de otra región y hacer la mejor adaptación posible a las condiciones locales.

En el caso de modelos alométricos y modelos de volumen, es incluso posible utilizar modelos genéricos desarrollados para bosques o especies similares a las empleadas, o modelos globales publicados en la *Guía de Buenas Prácticas* u otras publicaciones de carácter regional amplio o global. Las estimaciones previas son, con frecuencia, la base para la negociación de créditos de carbono, y en muchos casos, son utilizadas para desarrollar el modelo de negocios del proyecto. Por ello, la mayor precisión que se alcance en los cálculos

con el uso de modelos y datos específicos para las condiciones del proyecto puede resultar en mejores oportunidades de éxito para el proyecto.

Un buen punto de partida para la búsqueda de modelos generales es el Anexo 4A.2 de la *Guía de Buenas Prácticas* del IPCC. También la herramienta Minga (modelos genéricos de crecimiento para especies forestales tropicales) ofrece modelos y datos específicos para numerosas especies (acápites 5.16).

5.2.2 Estimación posterior (*ex post*)

Las estimaciones posteriores son la base para la emisión de los créditos por remoción de carbono; por esto, deben ser precisas y conservadoras. En consecuencia, no pueden estar basadas en modelos generales, regionales, ni desarrollados para otras especies, sino en modelos desarrollados para las condiciones específicas del proyecto. Si no existen modelos locales específicos para las especies empleadas y las condiciones del proyecto, a medida que el proyecto se implementa habrá que desarrollar los modelos y ecuaciones requeridas para la estimación de las remociones netas, a partir de los datos que se obtienen a través del monitoreo del proyecto.

La diferencia fundamental entre estimación previa y posterior es que en el primer caso se parte de datos estimados con base en bibliografía, experiencias similares, etc., y en el segundo caso, de datos de muestreo tomados en inventarios hechos dentro de los límites del proyecto. La forma de cálculo en ambos casos es similar, pero el origen de los datos es diferente.

5.3 ¿Por qué es necesaria la medición de áreas?

5.3.1 Medición previa

Para el correcto diseño de un proyecto forestal MDL es necesario definir claramente los límites del proyecto. Estos límites definen geográficamente las actividades de FR bajo el control de los participantes del proyecto. Las actividades de proyecto pueden contener más de una porción discreta de

²⁴ *Ex ante* es una expresión latina que significa "de antemano" o "por adelantado". *Ex post*, por su parte, significa "después del hecho". Ninguna de las dos expresiones es registrada por la Academia de la Lengua Española.

terreno y varios tipos de actividades (regeneración natural asistida, reforestación con plantaciones comerciales, sistemas agroforestales) en un mismo proyecto. Cada porción discreta de terreno deberá tener una identificación geográfica única e irrepetible y límites claramente definidos. Cada porción de tierra o parche debe NO cumplir con la definición de bosque del país anfitrión y luego deberá sobrepasarla por medio de la implementación de la actividad del proyecto. Las metodologías aprobadas hasta la fecha sugieren o exigen el uso de GPS para la identificación de los polígonos formados por cada porción de terreno. Ver sección 3 de esta guía.

5.3.2 Medición posterior

El monitoreo de los límites y de la implementación de las actividades de un proyecto forestal MDL se realiza con el propósito de demostrar que la implementación del proyecto cumple con el plan presentado en el DDP. En general, este monitoreo incluye los límites de las áreas que conforman el proyecto, el plan de establecimiento y el plan de

manejo forestal. Cada metodología establece un procedimiento preciso para realizar dicho monitoreo y medidas correctivas que deben ser tomadas en caso de que no se cumpla lo planeado.

5.4 ¿Cómo se hace la estratificación de un proyecto?

La estratificación es un proceso estadístico utilizado para disminuir la cantidad de parcelas necesarias para la estimación de determinadas variables, o para mejorar la precisión de las estimaciones usando el mismo número de parcelas. En el caso de los proyectos forestales MDL, es necesario realizar una estratificación previa (para la estimación anticipada de las remociones de carbono) y luego una estratificación posterior para aplicar el monitoreo durante la ejecución del proyecto (figura 10).

5.4.1 Estratificación previa

Las áreas de un proyecto son usualmente heterogéneas en términos de microclima, condiciones del suelo y cobertura vegetal previa, así como en

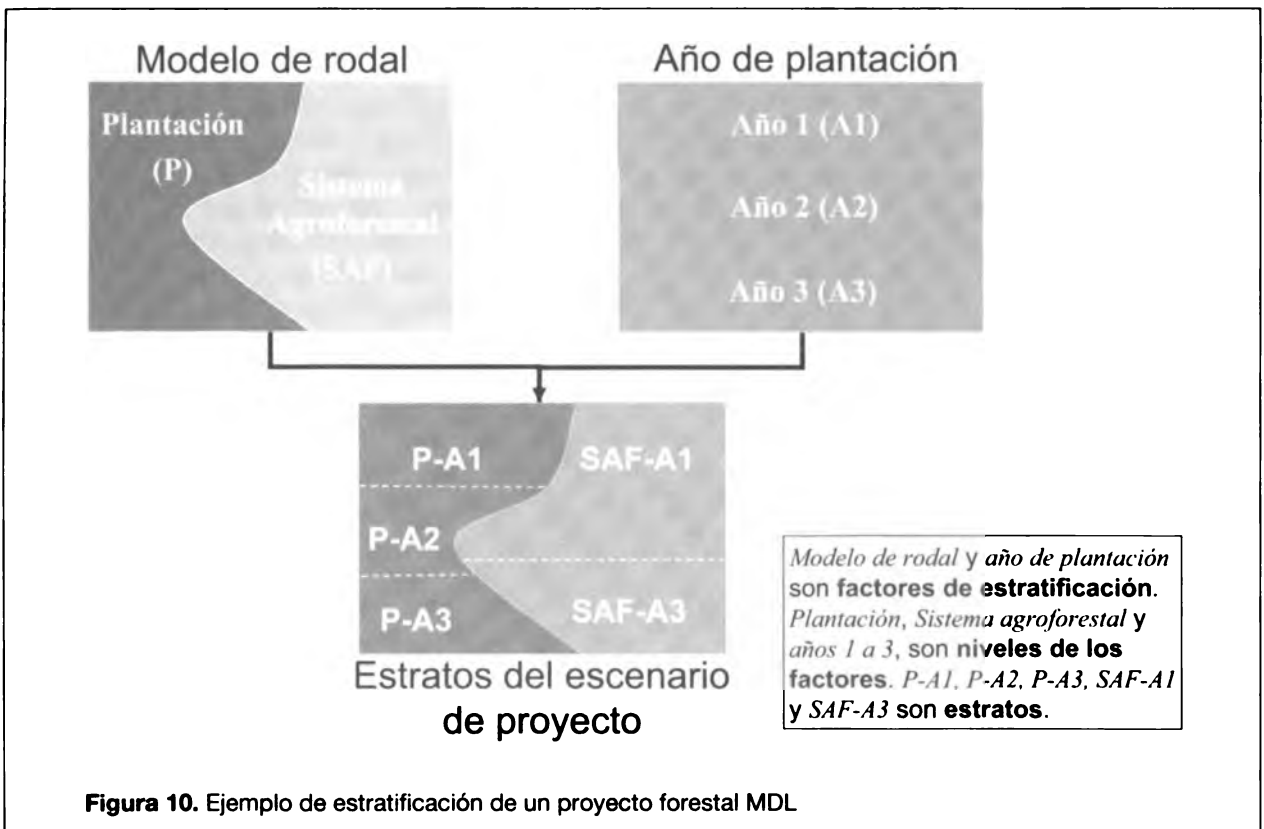


Figura 10. Ejemplo de estratificación de un proyecto forestal MDL

especies empleadas y años de establecimiento. Por lo tanto, para disminuir costos, aumentar la precisión y facilitar las estimaciones y el monitoreo, es recomendable estratificar el área de proyecto. Ver en acápite 4.5.2.2 los pasos para la estratificación previa.

5.4.2 Estratificación posterior

Al igual que en el caso de la metodología de línea base, durante la implementación del proyecto es necesario establecer y revisar periódicamente la estratificación de las áreas donde ocurren las actividades de proyecto (figura 10). Cada metodología aprobada tiene procedimientos claros y fórmulas explícitas para la estratificación de un proyecto concreto. Consulte la sección III.2²⁵ de la metodología elegida para mayores detalles al respecto.

5.5 ¿Cómo se puede modelar la captura de carbono de una especie?

La captura de carbono de una determinada especie está intrínsecamente relacionada con su crecimiento y tamaño total y por componentes (fuste, ramas, follaje, raíces); por eso, la modelación de la captura de carbono se logra mediante la modelación del crecimiento y la forma de dicha especie. En general, la estimación de la biomasa y contenido de carbono en un ecosistema forestal requiere los siguientes datos:

- Un inventario de los árboles en pie. Si existen ecuaciones de biomasa para el árbol entero (o sus componentes), se pueden estimar biomásas a partir de las mediciones de diámetro y altura de los árboles en las parcelas. De no ser así, sería necesario convertir volúmenes a peso, utilizando los resultados de inventarios convencionales y, además, hacer ajustes para incluir la biomasa de tocones, ramas, corteza y follaje (acápites 5.7).
- Un inventario de vegetación no arbórea.
- Una estimación de la biomasa muerta (necromasa, la cual incluye la madera muerta—fustes

y ramas gruesas de árboles muertos—y la hojarasca—residuos de ramillas, follaje, flores y frutos muertos, acápite 5.11.4.

- Estimaciones de la biomasa en raíces y en el suelo²⁶.

Las técnicas para la estimación de la biomasa de los árboles en pie y otra vegetación no presentan grandes dificultades. La estimación de necromasa requiere métodos nuevos, pero no son muy difíciles (acápites 5.11.4). Lo más complicado es la estimación de la biomasa de raíces (acápites 5.11.3) y el carbono en el suelo (acápites 5.11.6). La inclusión de estos componentes podría ser importante ya que más de la mitad del carbono asimilado en la vegetación de un bosque eventualmente entra en el suelo por medio de la incorporación y pudrición de las hojas caídas, detritus leñoso sobre el suelo y raíces muertas²⁷. En todo caso, una estimación de la cantidad de carbono en un bosque requiere que inicialmente se estime el peso seco de la biomasa y luego la cantidad de carbono en este total. En ausencia de estudios específicos, y basado en investigaciones previas, generalmente se estima que el contenido de carbono es de alrededor de 45-50% del peso seco de la biomasa.

Con respecto a la estimación previa y posterior, los procedimientos son similares; lo que varía es fundamentalmente el origen de los datos. En el primer caso, se pueden utilizar datos generales o provenientes de otros estudios, proyectos o regiones; en el segundo se utilizan datos provenientes directamente de la población que se desea cuantificar.

5.6 ¿Cómo se calcula un factor de expansión de biomasa para una especie?

En primer lugar es importante tener claro dos conceptos:

- Biomasa aérea total (BT), se refiere al peso seco de material vegetal del árbol sobre el suelo, incluyendo fuste, corteza, ramas y hojas.

²⁵ La sección III.2 se debe buscar en el formato de una metodología; no se refiere a una sección de esta guía

²⁶ La medición de otros componentes no arbóreos depende de la metodología. En algunos casos sólo se tiene en cuenta la biomasa de los árboles, por lo que no es necesario medir necromasa ni carbono en el suelo.

²⁷ Aunque la cantidad de carbono en estos componentes puede ser importante, el cambio en la cantidad de carbono por la reforestación en general no es tanto y la diferencia entre proyecto y no proyecto es difícil de medir (solo después de 10 a 20 años se puede observar una pequeña diferencia).

- Biomasa de fuste (BF), se refiere al peso seco del fuste. Corresponde a la biomasa del fuste comercial del árbol, desde el tocón hasta la primera bifurcación o inicio de la copa.

El factor de expansión de la biomasa (FEB) es la proporción directa entre las dos variables anteriores. Se trata de un factor variable que depende de la especie arbórea, las condiciones ambientales, la densidad de plantación y la edad de los individuos, entre otros aspectos. Este factor se utiliza para estimar la biomasa total de un árbol cuando únicamente se cuenta con datos de biomasa del fuste. El FEB se puede obtener de forma empírica o de fuentes bibliográficas; en el primer caso, existen dos posibilidades para calcular el factor de expansión de biomasa para una especie:

1. Cálculo de un factor fijo o promedio. Este cálculo se realiza midiendo la biomasa total del árbol y la biomasa total del fuste para varios árboles y calculando el promedio del FEB:

$$FEB = BT / BF$$

2. Cálculo de un factor móvil o variable. En este caso, es necesaria la medición de la biomasa total y la biomasa o volumen total del fuste para una muestra representativa de árboles de diferentes tamaños y diferentes condiciones de plantación (edades, densidad). Estas mediciones se utilizan para ajustar un modelo por medio de regresión estadística que permita el cálculo de dicho factor en función de otras variables, usualmente la biomasa o volumen total del fuste.

En un ejemplo de ecuación de factor de expansión de biomasa (figura 11), se observa que el FEB disminuye con el aumento del diámetro a la altura de pecho, pues a medida que el árbol crece, disminuye la proporción de ramas y follaje con respecto al fuste.

En el caso de los recursos bibliográficos, cabe mencionar que cada vez son más los estudios científicos que proporcionan este factor para especies concretas; no obstante, dado el gran número de

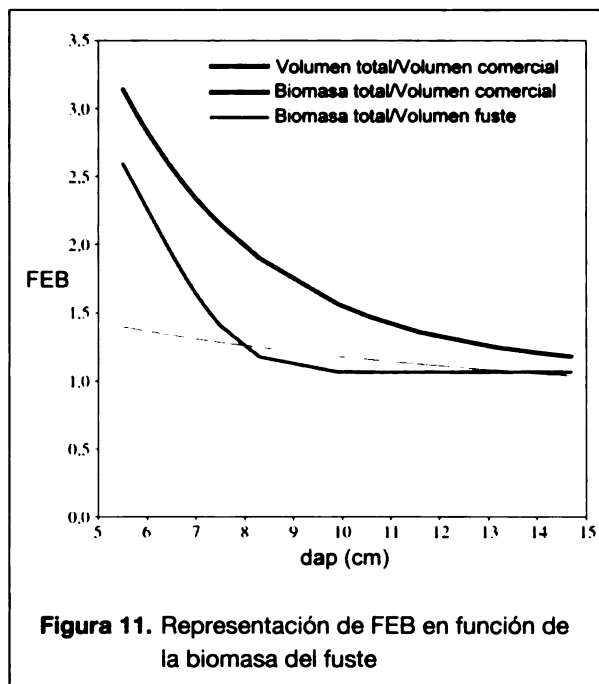


Figura 11. Representación de FEB en función de la biomasa del fuste

especies usadas en los proyectos MDL, la información es aún insuficiente. En el cuadro 3A.1.10 de la *Guía de Buenas Prácticas* (IPCC 2003)²⁸ se recogen valores por defecto de FEB para diferentes grupos de especies y para distintas regiones climáticas. En ese cuadro se dan, para cada grupo, dos valores distintos de FEB que dependen de la ecuación utilizada en el cálculo de la variación media anual de las existencias de carbono en la biomasa arbórea viva. Se trata de valores genéricos usados por defecto pero que no representan de manera detallada a cada especie; en consecuencia, los errores serán más altos y deben ser incorporados en el análisis de incertidumbre.

Por último, con respecto a la decisión de tomar valores de la bibliografía o realizar estudios específicos, es importante tener en cuenta que pequeñas variaciones en el FEB pueden alterar de manera significativa las estimaciones de carbono y en consecuencia la cantidad final de los CRE del proyecto. Por lo tanto, conviene realizar un análisis de costo-beneficio para un estudio específico de FEB antes de recurrir a los valores por defecto.

²⁸ <http://www.ipcc.ch>

Cada vez son más los estudios que se realizan para especies concretas en plantaciones con el objeto de determinar factores de expansión de la biomasa. Se recomienda que antes de recurrir a valores por defecto revise la bibliografía existente.

5.7 ¿Cómo se calculan modelos alométricos para una especie?

Los modelos alométricos son ecuaciones matemáticas que relacionan la biomasa con variables del árbol fácilmente medibles en pie, tales como el diámetro a la altura de pecho (DAP), altura comercial y total (h), etc. (figura 12). Para el desarrollo de estos modelos es necesario realizar un muestreo destructivo de árboles. El tamaño de muestra debe ser definido de manera que el error esté dentro de los rangos aceptados; en general se estima que se obtienen valores del error aceptables con tamaños de muestra mayores a 20 individuos distribuidos sobre todo el rango de diámetros esperados en el proyecto.

Por lo general se realizan mediciones en campo del peso de los distintos componentes del árbol por separado. En laboratorio se calculan relaciones de peso verde/peso seco y con estos valores se obtienen datos totales de biomasa seca de los distintos componentes del árbol. En aquellos casos en los que no se pueden realizar mediciones de peso en campo por la dificultad del proceso, se estiman volúmenes y posteriormente mediante cálculo de densidades y de relaciones peso seco/peso verde se obtienen los datos de biomasa. La biomasa total de cada individuo se obtiene mediante la suma total de la biomasa de los distintos componentes del árbol. Una vez obtenida la biomasa total de los árboles muestreados, se trata de obtener, mediante técnicas estadísticas sencillas, relaciones directas entre la biomasa total del árbol y las variables del mismo fácilmente medibles en pie.

Las variables utilizadas en las ecuaciones alométricas para calcular la biomasa total son el DAP y h, aunque pueden usarse otro tipo de variables de fácil medición en el campo o que estén disponibles y no cambien sustancialmente (como densidad de madera). Para el cálculo de biomasa

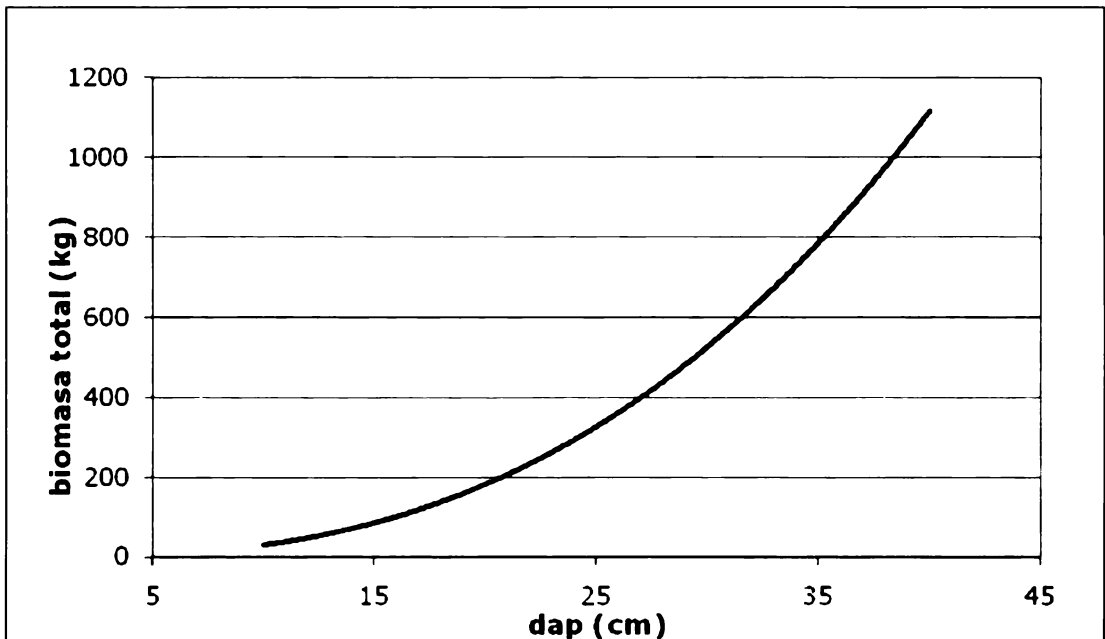


Figura 12. Ejemplo de una ecuación alométrica para biomasa total en función del diámetro a la altura del pecho (DAP)

viva con base en ecuaciones alométricas basta con diseñar un muestreo significativo en el que se midan las variables independientes de la ecuación alométrica seleccionada. Los datos finales pueden ser presentados por clase diamétrica.

A modo de ejemplo se presenta algunas ecuaciones utilizadas en este tipo de cálculos (Watzlawick et al. 2001):

$$BT = a \cdot dapb$$

$$BT = a + b \cdot dap + c \cdot dap^2$$

$$BT = a + b \cdot dap + c \cdot (dap^2 + h)$$

$$BT = a + b \cdot dap + c \cdot dap^2 + d \cdot (dap^2 \cdot h)$$

$$BT = a + b \cdot dap^2 + c \cdot (dap^2 \cdot h)$$

$$BT = a + b \cdot dap + c \cdot h$$

$$BT = a \cdot dapb \cdot hc$$

5.8 ¿Cómo se puede construir un modelo de crecimiento para una especie?

Un proyecto forestal MDL requiere modelar el crecimiento de la vegetación en la línea base y en el escenario de proyecto. Se pueden utilizar modelos existentes o se pueden construir modelos específicos para las condiciones locales. Por ejemplo, para estimar la producción en volumen total de *Acacia mangium* en Colombia, Agudelo et al. (2003) desarrollaron el modelo $\ln(V) = 1,45576 - 0,866339 (1/t) + 0,0321452 S + 1,01397 \ln(G)$ para calcular el volumen total de madera (V) obtenido a diferentes edades con base en el índice de sitio (S) y el área basal (G).

Los modelos de crecimiento se pueden dividir en dos grandes grupos:

- Modelos de tasa de crecimiento (a veces llamados simplemente de crecimiento), los cuales tienen por finalidad modelar la velocidad a la que crece una determinada especie
- Modelos de producción (también llamados de rendimiento o de crecimiento)

Los modelos de producción son en general más utilizados (especialmente en el trópico) que los modelos de tasa de crecimiento, aunque resultan menos precisos cuando se emplean para simular el crecimiento de rodales ya existentes, pues las condiciones de manejo previo que han recibido

los rodales pueden afectar su crecimiento futuro, lo cual es especialmente importante en el caso de rodales mal manejados o abandonados. En el contexto de esta guía, se hará referencia a los modelos de producción.

También hay dos caminos para simular el crecimiento de las plantaciones forestales: los modelos de árboles individuales (se simula el crecimiento de los árboles individuales), o los modelos de rodales (se simula el crecimiento promedio e indiferenciado de la masa forestal). En esta guía, se tratarán solamente los modelos de rodales, por cuanto son los de uso más frecuente en campos diferentes a la investigación (figura 13).

Existen muchas combinaciones y maneras de crear modelos de producción para las especies forestales, los cuales dependen en general de los objetivos y de los datos disponibles, aunque prácticamente en todos los casos se acostumbra a emplear técnicas de regresión estadística. En general, primero se genera una ecuación de crecimiento en altura de los árboles en función del tiempo, que refleje las diferencias en crecimiento debidas a la calidad del sitio. Para este tipo de ecuaciones, los modelos más empleados son los de Schumacher (Clutter et al. 1983), el de von Bertalanffy—también conocido como modelo natural o de Richard, o de Richard-Chapman—(Bertalanffy 1949), el modelo de Gompertz (Sit, V), el modelo de Weibull (Weibull 1951) y el modelo logístico (Sit, V).

Es frecuente que las ecuaciones de diámetro se deban ajustar para relacionarlas directamente con los factores básicos que afectan el crecimiento de las plantaciones forestales (edad, ocupación y calidad de sitio), con la altura (y por lo tanto, implícitamente con la edad y la calidad de sitio) o con la ocupación. Si el modelo de diámetro depende de medidas de ocupación del sitio diferentes a la densidad (medida como número de árboles por hectárea), será necesario ajustar también una ecuación para calcular esta variable. La medida más generalizada (pero no siempre la mejor) para la ocupación del sitio es la densidad de la plantación. Otras medidas de ocupación son el área basal, el índice de densidad del rodal (o índice de densidad relativo), y el espaciamiento relativo.

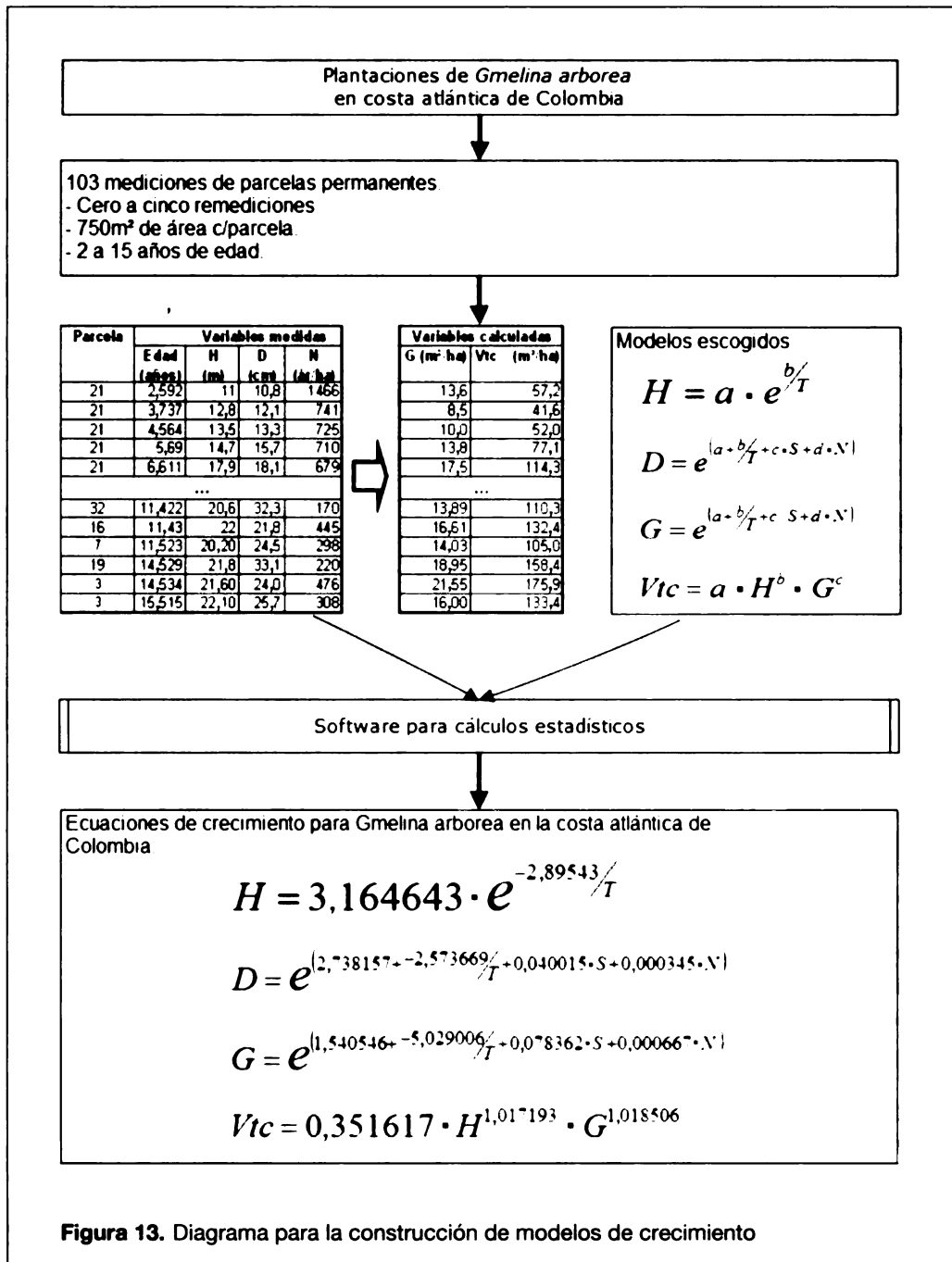


Figura 13. Diagrama para la construcción de modelos de crecimiento

Si las ecuaciones de diámetro se calculan con base en la altura de los árboles, normalmente se emplea un modelo simple exponencial del tipo $D = aH^b$, donde D es diámetro, a y b parámetros de la regresión y H la altura del rodal. Si las ecuaciones de diámetro se calculan con base en la edad, la calidad del sitio y la ocupación del rodal, se emplean diferentes modelos que combinan estas variables de diferentes maneras. Finalmente, con las ecuaciones de altura, diámetro y densidad de plantación (o una medida de ocupación), se acostumbra calcular el volumen en pie (no el volumen total del árbol sino el volumen del fuste) del rodal.

5.9 ¿Dónde se pueden encontrar datos para generar modelos de crecimiento para una especie?

Los datos para generar las regresiones estadísticas pueden provenir de diferentes fuentes. En general los datos más adecuados para este fin son los provenientes de parcelas permanentes de crecimiento, las cuales son establecidas precisamente con este objetivo principal, por lo que permiten la construcción de modelos que representan las condiciones locales. Sin embargo, son pocas las ocasiones en que se cuenta con parcelas permanentes de crecimiento; por eso, en general se emplean datos de parcelas temporales establecidas en el mismo lugar en donde se planea aplicar los modelos o, por carencia de datos, de otros lugares con condiciones ambientales similares.

En la práctica, es frecuente encontrar que ni siquiera hay datos de parcelas temporales para la especie de interés. En este caso, es tarea del desarrollador realizar la medición de parcelas (temporales o permanentes) en plantaciones con edades conocidas existentes en la región de interés. Cuando se trabaja con especies nativas, poco o solo recientemente empleadas en reforestación, es común encontrar que solo existen plantaciones con edad desconocida o recién establecidas. En este caso, y dependiendo de las características de los anillos de crecimiento de la especie, podría ser posible emplear técnicas de análisis fustal, mediante muestreo destructivo o no destructivo, que permiten reconstruir las tasas de crecimiento

pasadas de los individuos y estimar la edad de los mismos, para luego generar modelos de crecimiento locales.

En el peor de los escenarios, si ni siquiera se cuenta con la posibilidad de realizar análisis de anillos de crecimiento, se puede acudir a datos tomados de fuentes bibliográficas que representen el crecimiento de la especie en otros lugares o que den indicios sobre las tasas y estrategias de crecimiento propias de la especie. La herramienta Minga puede ser de utilidad para la generación de modelos de crecimiento de especies sin datos o con pocos datos de crecimiento en el ámbito local.

5.10 ¿Qué hacer si no hay datos o modelos suficientes para estimar la remoción de carbono de una especie?

Como se menciona en el acápite 5.2, la estimación de la remoción de carbono que puede obtenerse para una determinada especie se realiza utilizando métodos jerárquicos aproximativos (recomendados por el IPCC en la *Guía de Buenas Prácticas* 2003). Según esta metodología, se hace énfasis primero en coleccionar los datos más relevantes e influyentes en relación con la biomasa y el carbono, y luego en datos cada vez menos importantes. En ausencia de datos específicos para condiciones y circunstancias locales, se utilizan datos más generales; por ejemplo, a nivel de región o para conjuntos de especies hasta llegar finalmente a datos o modelos genéricos para grandes regiones, o incluso globales. En la medida en que los datos son más genéricos, más grande será la incertidumbre en los datos. Sin embargo, el aumento de la precisión requiere un aumento de costos, esfuerzos y requerimientos técnicos.

En ausencia de datos específicos para las especies y región, se acude a factores nacionales; en ausencia de datos nacionales o regionales, se acude a los valores por defecto definidos por las guías del IPCC. Minga (acápite 5.16) incluye modelos y datos de crecimiento provenientes de numerosas fuentes para varias especies forestales del trópico y los subtrópicos.

5.11 ¿Cómo se estima la biomasa en la vegetación herbácea y arbustiva?

5.11.1 Biomasa herbácea

En los proyectos forestales MDL, por lo general la biomasa herbácea sólo se calcula en la línea base con el objetivo de estimar las emisiones debidas a la eliminación de la vegetación preexistente en el escenario de proyecto. En la línea base, los cambios en las existencias de biomasa y el contenido de carbono de la vegetación herbácea se suelen considerar nulos, pues se entiende que los pastos se degradan o se conservan sin variaciones. Para el caso del escenario de proyecto, únicamente la metodología AR-AM0002 considera la biomasa herbácea como un reservorio que debe ser medido. La relación entre los costos de monitoreo y los beneficios en créditos de carbono es la causa de que muchas metodologías hayan elegido la opción de no estimar este estrato de vegetación en el escenario de proyecto.

La estimación de biomasa herbácea se realiza por lo general mediante técnicas de muestreo destructivo. En el caso de la línea base se puede diseñar un muestreo específico y en el caso del monitoreo del escenario de proyecto se establecen subparcelas dentro de las parcelas definidas para otros reservorios de carbono. Una buena práctica es establecer cuatro subparcelas por cada punto de muestreo con una dimensión de 0,25–1 m². En estas subparcelas se cosecha a ras del suelo toda la vegetación herbácea, luego se pesa y se toman muestras que se llevan al laboratorio para pesarlas en fresco y luego en seco. En laboratorio, al igual que se hace con la biomasa arbórea, mediante técnicas de secado se calculan las relaciones entre peso verde y peso seco. De esta manera se obtienen los valores de biomasa herbácea por parcela que serán extrapolados a la superficie de referencia una vez concluido el monitoreo. La fracción de carbono en biomasa herbácea se mide en laboratorio por técnicas de combustión (Penman et al. 2003).

Además de estas técnicas de muestreo, para el caso de la línea base, se pueden utilizar datos existentes para el mismo tipo de ecosistemas en zonas similares o datos de la bibliografía bien referenciados.

5.11.2 Biomasa arbustiva

Al igual que en el caso anterior, la biomasa arbustiva generalmente se considera en la línea base con el objeto de calcular las emisiones provocadas por la eliminación de la vegetación preexistente una vez comenzado el proyecto. Solo dos de las metodologías aprobadas consideran este estrato de vegetación en los cálculos de biomasa viva en el escenario de proyecto: AR-AM0002 y AR-AM0006, para acomodar la siembra de alimentos en sistemas agroforestales y la producción de alimento para ganado.

Las estimaciones de biomasa en las parcelas se pueden hacer de forma directa, mediante muestreo destructivo, en cuyo caso habrá que proceder de la misma forma que en el caso anterior (corta, pesado, secado...), o indirecta, mediante uso de ecuaciones alométricas (acápite 5.7). Estas ecuaciones pueden obtenerse de la bibliografía o calcularse para el proyecto concreto como se describe para el estrato arbóreo. Por lo general, los muestreos de biomasa arbustiva se hacen en parcelas de menor tamaño que las del estrato arbóreo, dependiendo fundamentalmente de la densidad y tamaño de los individuos R.

El contenido de carbono en biomasa arbustiva se calcula aplicando la fracción de carbono a los valores de biomasa, la cual es específica para cada uno de estos componentes. Las fracciones de carbono pueden obtenerse de la bibliografía o calcularse con base en datos de combustión de biomasa de la zona de estudio mediante estadísticas sencillas.

5.11.3 ¿Cómo se estima la biomasa de las raíces?

Los métodos para medir la biomasa de raíces son muy costosos y están poco estandarizados, en comparación con los utilizados para determinar la biomasa aérea. Hay fundamentalmente dos alternativas para estimar la biomasa en las raíces: estimaciones directas o indirectas.

En el primer caso, los métodos más comúnmente utilizados consisten en realizar muestreos espaciales mediante toma de muestras cilíndricas de suelo para determinar el contenido de raíces finas y medias; las raíces gruesas se miden mediante

calicatas²⁹ o estudios alométricos. La profundidad de las muestras se define en función de la profundidad de las raíces de las especies en estudio. Por la dificultad de diferenciar entre raíces vivas y muertas, ambas se suelen considerar en una única categoría. Las muestras de suelo se toman en las parcelas definidas en el diseño del monitoreo para estimación de biomasa de raíces. Una vez en laboratorio, las raíces se separan del sustrato y se analizan de manera similar al resto de la biomasa (biomasa verde, biomasa seca, contenido de carbono). De esta forma se obtienen datos de biomasa de raíces por volumen de muestra que posteriormente se extrapolan al área correspondiente.

Para el caso de estimaciones indirectas, lo más común es recurrir a las referencias bibliográficas existentes, buscando la información que más se adapte a cada caso en particular. *La Guía de Buenas Prácticas* (IPCC 2003), con base en un estudio bibliográfico realizado sobre la materia, propone dos alternativas:

- Ecuaciones de biomasa. La biomasa de raíces se calcula en función de la biomasa aérea con base en las ecuaciones propuestas en la tabla 4A.4 del anexo 4A.2 de dicha guía (estas ecuaciones se realizaron con base en datos de bosque natural y pueden no aplicar bien a plantaciones).
- Relaciones parte aérea/parte subterránea. La biomasa de raíces se calcula con base en los valores por defecto de la relación biomasa aérea-biomasa radical que recoge la tabla 3A.1.8 del anexo 3A.1 de dicha guía, en función del tipo de vegetación (esta alternativa es a la que recurren las metodologías aprobadas).

En cuanto a la biomasa de raíces del estrato no arbóreo, en las metodologías en las que se plantea el estudio de este reservorio, se propone la estimación con base en coeficientes de relación biomasa área/biomasa radical conocidos y específicos, tanto para vegetación herbácea como arbustiva. Estas relaciones se obtienen por medio de estudios específicos similares a los descritos para biomasa arbórea, de la bibliografía existente o de las tablas por defecto de la *Guía de Buenas Prácticas*.

5.11.4 ¿Cómo se estima la biomasa en la madera muerta?

Para estimar la madera muerta hay que diferenciar previamente si es madera caída (está en contacto con el suelo) o en pie. Para estimar la madera caída, el método general consiste en estimar el volumen de los troncos por categoría de densidad de la madera y posteriormente convertirlo en biomasa. Para esto existen dos métodos, en función de la cantidad prevista de madera muerta.

Método 1: se utiliza cuando se considera que la cantidad de madera muerta representa una porción pequeña de la biomasa aérea (entre el 10% y 15%). Para los cálculos, se definen dos líneas perpendiculares entre sí, de 50 m cada una, en el centro de la parcela de muestreo y se miden los diámetros de todos los troncos y ramas que se intersecan con dichas líneas. Posteriormente se clasifican los troncos por categorías de densidad (fresco, seco y podrido) y se estima, para cada categoría, el volumen por hectárea mediante la siguiente ecuación (Penman et al. 2003).

$$\text{Volumen (m}^3/\text{ha)} = \pi \cdot (D_1^2 + D_2^2 + \dots + D_n^2) / (8 \cdot L)$$

donde:

- D_n^2 = Diámetro de cada una de las n trozas (cm). El equivalente circular de un tronco de forma elíptica se calcula como $\sqrt{D_{\text{mínimo}} \cdot D_{\text{máximo}}}$ para cada tronco en particular
- L = Longitud de la línea en metros (m)

Método 2: se utiliza cuando se considera que la cantidad de madera muerta representa una porción grande de la biomasa aérea (mayor del 15%). Si se espera que la cantidad de madera muerta sea alta y de distribución variable, se debe realizar un inventario completo de la madera en las parcelas de muestreo, por medio de subparcelas. De esta manera, se mide el volumen de cada pieza de madera muerta que se encuentre en las subparcelas; al igual que en el método 1, cada pieza se clasifica por categorías de densidad y se estima para cada categoría el volumen por hectárea. Una vez que se haya obtenido el volumen,

²⁹ Una calicata es una perforación que se hace en el suelo para determinar sus características y propiedades.

hay que calcular la biomasa y la cantidad de carbono, teniendo en cuenta que la materia muerta está en descomposición y la cantidad de carbono por peso puede cambiar (Penman et al. 2003).

La madera muerta en pie se debe medir como parte del inventario forestal, midiendo los árboles muertos de la misma manera que los árboles vivos. Se debe tener en cuenta que los árboles muertos pueden tener menos ramas que los vivos y que no tienen hojas; en este caso, la biomasa estimada mediante las ecuaciones alométricas típicas puede reducirse casi en un 20% (Penman et al. 2003). Hasta la fecha sólo dos metodologías consideran la madera muerta en sus estimaciones: AR-AM0002 y AR-AM0007.

5.11.5 ¿Cómo se estiman la biomasa y el carbono en la hojarasca?

La hojarasca es todo material vegetal procedente de la parte aérea de la vegetación que se deposita en el suelo, excepto fustes caídos y ramas gruesas. La hojarasca incluye hojas, ramas (menores de un diámetro definido por cada país), ramillas, flores y frutos. Actualmente sólo dos metodologías consideran la hojarasca como reservorio de carbono (AR-AM0002 y AR-AM0007). Al igual que sucede con otros reservorios, los costos de medición pueden ser más altos que los beneficios derivados del aumento del contenido de carbono. En consecuencia, las metodologías se acogen al supuesto conservador de no estimar este reservorio.

La estimación de la biomasa en la hojarasca se realiza mediante muestreo, de forma similar a como se ha descrito para la vegetación herbácea. En ocasiones se utilizan ecuaciones específicas que relacionan el espesor de la hojarasca con el peso de la misma, de manera que se simplifican considerablemente las mediciones en campo. Estas relaciones deben obtenerse a partir de muestreos de campo en la zona de estudio o con base en información existente de zonas similares en otros estudios.

El contenido de carbono se calcula considerando fracciones de carbono específicas, obtenidas de la bibliografía o con base en estudios específicos de combustión con muestras recogidas en el área de estudio. Los muestreos sucesivos de hojarasca

deben hacerse en la misma época del año para evitar posibles variaciones estacionales.

5.11.6 ¿Por qué es importante considerar los cambios en las existencias de carbono orgánico en suelo debidos al cambio de uso de la tierra?

La mayor parte del carbono de los ecosistemas terrestres se encuentra almacenado en los suelos como carbono orgánico (Henderson 1995). Los cambios en el uso de la tierra, como los producidos por los proyectos forestales MDL (de cultivos o pastizales a plantaciones), repercutirán en la fijación de carbono neta final de un proyecto. La magnitud de estos cambios variará en función del terreno y del manejo de la tierra (Penman et al. 2003). Lo normal en muchos proyectos forestales MDL es considerar que el carbono en el suelo es estable y no varía por la actividad del proyecto o varía de forma positiva, por lo que, acogiéndose al supuesto conservador, no se tiene en cuenta. Sin embargo, no siempre esta consideración es óptima y es en estos casos cuando se debe tener en cuenta dicho reservorio.

En la actualidad existe todavía cierta incertidumbre sobre cómo afectan los cambios de uso de la tierra al carbono orgánico en suelo (COS), principalmente por la gran variabilidad que existe en el COS y su lenta acumulación anual (1tC/año, aproximadamente). Por esta razón se tiende a considerarlo estable; sin embargo, ha habido un avance importante en este sentido y cada vez existen más trabajos que aportan información sobre el comportamiento del carbono, aunque a veces poco generalizables, por tratarse de estudios muy locales. Hasta la fecha sólo dos metodologías de las ocho aprobadas por la JD del MDL consideran el reservorio de COS en sus cálculos: AR-AM0002 y AR-AM0006.

A continuación se presentan algunas respuestas a preguntas útiles que servirán de ayuda para saber si se debe considerar o no el reservorio de COS en un proyecto forestal MDL.

5.11.7 ¿Se debe medir siempre el carbono orgánico en suelo?

Si se ha elegido una metodología aprobada por la JD del MDL, se debe ser consistente con los

reservorios que incluya la misma. Además, el reservorio de COS se debe medir siempre que, tras realizar las estimaciones y mediciones oportunas, se concluya que la actividad de proyecto provocará un menor crecimiento o un mayor descenso de las existencias de COS en relación con la línea base. En el caso de que la actividad de proyecto incremente o disminuya las existencias de COS respecto de la línea base, o se considere que el COS es constante, se podrá decidir si se tiene en cuenta dicho reservorio en función de los costos de medición. Si finalmente se decide no considerar el reservorio del suelo, se deberá aportar información verificable que justifique que no disminuirá el COS, ni aumentarán las emisiones netas de gases efecto invernadero como consecuencia de la actividad de proyecto³⁰.

Una duda que existe en algunas ocasiones es si se debe medir el carbono en suelos inundados. Muchos bosques de latitudes boreales y tropicales se desarrollan en turberas o suelos orgánicos que contienen grandes cantidades de carbono. Las turberas anaerobias no alteradas son sumideros de CO₂ y fuentes de CH₄. Sin embargo, el drenaje de estos suelos para mejorar la productividad forestal o por incremento de la evapotranspiración detiene prácticamente las emisiones de CH₄, pero inicia unas rápidas emisiones de CO₂ por descomposición aeróbica. Por tanto, el drenaje de turberas para el establecimiento de una plantación puede producir una pérdida de carbono del suelo que sobrepasa la cantidad que se almacenará en la plantación (Cannell et al. 1993). El CO₂ liberado por oxidación de la materia orgánica después de las actividades de drenaje y la disminución de emisiones de CH₄ se consideran antropogénicos. Si por el contrario las emisiones se producen sin las actividades de drenaje y manejo, se consideran naturales y no se deben tener en cuenta, puesto que ocurren tanto en la línea base como en el escenario de proyecto y no son consecuencia del mismo (Penman et al. 2003).

Si se quiere realizar una plantación en suelos inundados se deberán medir las emisiones producidas

por la actividad de proyecto, debido a las actividades de drenaje y además estimar si las fijaciones de carbono en suelo aumentarán debido a la plantación. Dado que una tonelada de CH₄ equivale a 23 toneladas de CO₂, el cálculo de diferencia entre la línea base y el proyecto se hace más desfavorable para plantaciones en áreas inundadas.

5.11.8 ¿Cuáles son las variables más importantes que influyen en el cambio de las existencias de carbono orgánico en suelo?

El carbono orgánico del suelo depende del equilibrio entre las entradas y salidas de la materia orgánica (Gupta y Rao 1994). Se entienden por entradas, la materia orgánica que llega al suelo a través de la hojarasca y demás materia muerta (productividad primaria neta, PPN) y su posterior descomposición (humificación) debido a la actividad microbiana para su incorporación al suelo mineral. Las salidas corresponden al carbono que se libera a la atmósfera y depende de la tasa de respiración microbiana (Penman et al. 2003). Puede ocurrir también que existan salidas o pérdidas de materia orgánica debido a procesos de erosión o disolución del carbono orgánico, aunque este proceso puede no traducirse en una emisión inmediata de carbono a la atmósfera (Penman et al. 2003).

Los principales factores que afectan las entradas de carbono al realizar una plantación son las diferencias entre la PPN del estado inicial y de la plantación, la dinámica temporal de PPN en las plantaciones según las condiciones del lugar y la distribución de los componentes del carbono, especialmente de las raíces. Los principales factores que afectan las salidas de carbono al realizar una plantación son la calidad y textura del suelo, la tasa de descomposición de la hojarasca y las variables climáticas (figura 14).

Aunque existe una importante variación en la tasa de acumulación de COS como resultado de muchos factores que no son consistentes en los estudios científicos, de manera general las variables que

³⁰ CMNUCC ha publicado una herramienta para determinar cuando la medición de carbono orgánico en suelo puede no ser considerada (http://cdm.unfccc.int/EB/033/eb33_repan15.pdf).

afectan más significativamente el contenido de materia orgánica del suelo son el clima, el tipo de suelo (estable o volátil, estado de degradación, etc.), las especies que se utilizarán en la plantación y la gestión del suelo (tipo de actividad).

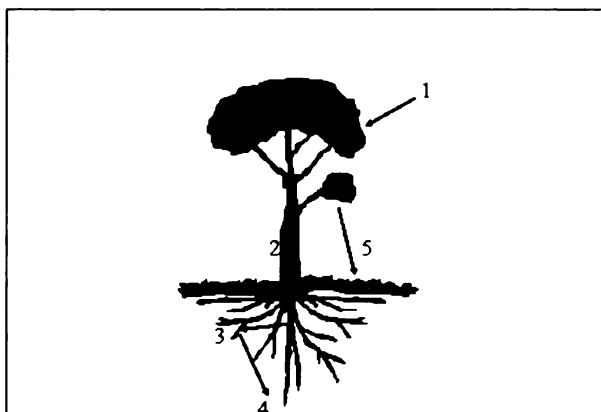


Figura 14. Componentes del carbono que determinan cambios en el carbono del suelo tras una plantación

- 1) Cantidad de producción primaria neta (PPN)
- 2) Distribución de la PPN
- 3) Longevidad de las raíces
- 4) Tasa de descomposición de las raíces
- 5) Entrada de carbono por la hojarasca y su descomposición (Polglase et al. 2000).

Clima: la temperatura y la precipitación son las principales variables climáticas que tienen influencia directa en la tasa de acumulación de la materia orgánica del suelo. El aumento de la temperatura provoca un aumento de la actividad microbiana del suelo incrementando la degradación de la materia orgánica. Algunos autores, como Guo y Gifford (2002) en su trabajo de meta-análisis, han observado que la precipitación puede influir en una reducción significativa de COS cuando los valores superan los 1500 mm anuales.

Tipo de suelo: el tipo de suelo tiene un efecto significativo sobre los cambios en el carbono, especialmente en períodos de más de 10 años. Las arcillas y materiales finos del suelo protegen la materia orgánica, de manera que la reserva de

COS se relaciona bien con el contenido de dichos materiales (Romanyà et al. 2007). Es importante considerar que la tasa de recambio en suelos tropicales es más rápida que en suelos de zonas templadas, por lo que la protección física para estabilizar la materia orgánica es un mecanismo muy importante en este tipo de suelos (Dalal y Carter 1999).

Especies de la plantación y manejo del suelo: la acumulación de materia orgánica en el suelo en las plantaciones forestales depende del tipo de especie, ya que algunas especies producen y acumulan más hojarasca o raíces que otras. Estas diferencias en la tasa de acumulación de materia orgánica repercutirán en las existencias finales de COS (Lal et al. 1995, Lugo y Brown 1993). Además el tipo de manejo que se realice en la plantación, como por ejemplo el control de malas hierbas, raleos, fertilización y control del fuego afectarán el almacenamiento de carbono (Detwiler 1986). Las actividades de preparación de la tierra, además de mezclar y mover el suelo, rompen los agregados del suelo y exponen la superficie organomineral (que de otra forma sería inaccesible); esto puede provocar un aumento de la pérdida de COS por el incremento de la respiración microbiana y altas tasas de descomposición de la materia orgánica en la fase inicial de la plantación. Sin embargo, si sólo se realizan hoyos para cada planta, el movimiento de suelo será mucho menor y se puede esperar que los cambios en COS no sean significativos.

5.11.9 ¿Cómo afecta el uso inicial de la tierra la evolución del carbono orgánico en el suelo?

El uso inicial de la tierra condiciona significativamente los cambios en las existencias de carbono en el futuro. No se producirá la misma fijación de carbono en una plantación si el uso inicial fue un cultivo, un pastizal o una zona de matorrales. Hay que tener en cuenta que, aparte del uso inicial del suelo, el nivel de degradación del mismo y el contenido de materia orgánica al inicio de la actividad del proyecto podrán condicionar directamente la pérdida o ganancia de COS en la futura plantación. Por ello es importante conocer la historia del lugar—tipo de uso inicial y su duración—para

elegir el manejo adecuado del suelo. Por ejemplo, la alta producción de raíces en los pastizales puede explicar por qué en los pastos generalmente existe más materia orgánica en el suelo que en plantaciones jóvenes (Cerri et al. 1991). Los suelos de pastos suelen tener alto contenido de carbono y alta densidad de raíces en la parte superficial del suelo mineral; por tanto, las plantaciones allí tienen un efecto menos significativo, e incluso el contenido de carbono en suelo podría disminuir tras la plantación. Por el contrario, los cultivos tienen menos carbono en el suelo y, por tanto, es mayor el potencial para aumentar el carbono en el suelo (Guo y Gifford 2002). Además, la disminución de carbono en suelo en tierras inicialmente cultivadas es más lenta que en pastizales por la mayor dificultad para romper los agregados del suelo en los cultivos. Por otro lado los suelos con pastizales en general son más compactados, por lo que requieren más labores al inicio de la plantación.

5.11.10 ¿Cómo afecta el tipo de plantación al carbono orgánico en el suelo?

Los cambios de COS debidos al establecimiento de una plantación han sido reportados por algunos estudios a partir de datos de campo y trabajo experimental (Paul et al. 2002; Groenendijl et al. 2002; Billings 2006; Lemma et al. 2006; Lima et al. 2006; Jandl et al. 2007). Sin embargo, los resultados son bastante diversos. Algunos reportan un incremento de carbono tras realizar una plantación, otros no observaron cambios, y otros incluso reportan una pérdida de carbono tras un cambio de pastizal a plantación (Guo y Gifford 2002, Vesterdal et al. 2002).

El COS suele disminuir entre los cinco y 10 primeros años de la plantación, seguido de una recuperación lenta que tiende a la acumulación. Esto se debe a que las entradas producidas por las plántulas son mínimas durante el estado inicial del establecimiento de la plantación, ya que la mayor parte de la producción primaria neta se ocupa en la producción de biomasa de los árboles. Polglase et al. (2000) indican que hasta los tres años no se empiezan a producir residuos desde el árbol y recién en ese momento se empieza a

alcanzar la máxima producción primaria neta. La PPN depende de la especie, del clima en el sitio donde se realicen las plantaciones y del manejo que se les dé a las mismas.

El tipo de plantación que se quiera realizar en la actividad del proyecto influirá en los cambios de las existencias de carbono en el futuro. Guo y Gifford (2002) diferencian si la plantación se realiza con coníferas o latifoliadas. Sin embargo, estos estudios hay que considerarlos con precaución ya que son el resultado de una revisión exhaustiva en regiones no tropicales, principalmente. Lo observado por estos autores indica que las plantaciones de coníferas (ej. *Pinus radiata*) en una pastura logran una reducción significativa de las existencias de COS, pero que este fenómeno no es significativo para las latifoliadas. Estas diferencias entre coníferas y latifoliadas se deben al carácter intrínseco del tipo de vegetación para asimilar el COS. La biomasa de las raíces y el período de retorno de las mismas (entendiendo por período de retorno el tiempo que permanecen vivas las raíces) pueden ser más importantes en la acumulación del COS que la entrada de materia orgánica a partir de la hojarasca, por lo menos a corto plazo según el tipo de plantación (Lugo y Brown 1993). Según Jandl et al. (2007), las raíces poco profundas de algunas coníferas tienden a acumular menos materia orgánica en el suelo, en comparación con las especies latifoliadas.

Además, la cosecha de árboles provoca un potencial descenso de la cantidad de hojarasca en el suelo por la disminución del número de árboles en la plantación. En regiones tropicales, la tasa de pérdida de COS causada por la mecanización de los cultivos y plantaciones es mucho más rápida que la observada en suelos de regiones templadas (Dalal y Carter 1999), lo que provoca un mayor deterioro de la fertilidad del suelo (Lal et al. 1995).

5.11.11 ¿Cómo se puede aumentar la fijación de carbono orgánico en el suelo?

Existen numerosos factores y procesos que determinan la dirección o tasa de cambio del contenido de COS tras un cambio en el uso de la tierra. Según

Post y Kwon (2000), algunos de los factores más importantes para incrementar el COS almacenado son:

- Incrementar la tasa de entrada de materia orgánica
- Cambiar la tasa de descomposición de las entradas de materia para incrementar la fracción orgánica del suelo
- Aumentar directamente la entrada de materia orgánica en los perfiles profundos del suelo mediante un incremento de la biomasa bajo el suelo
- Aumentar la protección física del suelo

Para mejorar la captura de carbono en los primeros estadios de la plantación, Penman, et al. (2003) and Polglase et al. (2000) sugieren que se mejore el manejo del suelo en el sotobosque. Por ejemplo, se puede dejar una zona de plantas menores y pastos entre las filas de la plantación para proveer mayores entradas de carbono en el sistema y evitar o disminuir la pérdida inicial de carbono. También se recomienda hacer hoyos para la plantación en lugar de arar el terreno, y no aplicar control de hierbas en general sino sólo para proteger las plantas en sus fases iniciales.

5.11.12 ¿Cómo se mide el carbono orgánico en suelo?

La estimación de los cambios en las existencias de COS se basa en el cálculo de las diferencias entre el estado inicial y final del mismo. Los valores iniciales se obtienen a partir de las estimaciones realizadas antes de iniciar la actividad de proyecto; los valores finales después del establecimiento de las plantaciones, considerando el tipo de especies plantadas, las prácticas silvícolas realizadas y las condiciones de crecimiento en el área de proyecto durante un período de tiempo T (IPCC 2003) define por defecto un período de 20 años). Los cambios en las existencias iniciales y finales se dividen entre el tiempo estimado, para obtener una estimación promedio anual del COS bajo las condiciones del proyecto según la siguiente ecuación (Penman et al. 2003):

$$\Delta C = \left[(SOC_p - SOC_i) \cdot A \right] / T$$

donde:

- ΔC = Cambio anual de las existencias de carbono en suelos (tC/año)
- SOC_p = Existencia de carbono orgánico con el proyecto (tC/ha)
- SOC_i = Existencia de carbono orgánico inicialmente (tC/ha)
- A = Área donde se produce la transición (ha)
- T = Tiempo de transición del estado inicial y la medición (años)

Las estimaciones *ex ante* de los valores del proyecto se pueden obtener de la bibliografía o de muestreos en plantaciones consolidadas, similares a las del proyecto. También se puede utilizar la herramienta publicada por IPCC: "Tools for Estimations of Change in Soil Carbon Stocks Associated with Management Changes in Croplands and Grazing Lands" <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpglulucf/annex4a1.htm>.

Cuando las existencias de COS, respecto de la línea base, se incrementen o disminuyan como consecuencia de la actividad de proyecto, se puede o no medir este reservorio dependiendo de la rentabilidad de dicha medición.

5.12 ¿Cuántas parcelas se deben medir, de qué tamaño y tipo?

Cada una de las metodologías aprobadas describe en su sección III.2³¹ (Stratification and Sampling for Ex Post Calculations) las ecuaciones que deben ser utilizadas para determinar el número total de parcelas a muestrear (UNFCCC 2006). Por otro lado, el Grupo de trabajo sobre Forestación y Reforestación de la CMNUCC ha publicado una herramienta que especifica las ecuaciones para el cálculo del número de parcelas (http://cdm.unfccc.int/EB/031/eb31_repan15.pdf). Las fórmulas para determinar el número de parcelas en las metodologías aprobadas (cuadro 6) coinciden con las recomendadas por esa herramienta.

³¹ La sección III.2 se refiere a una sección de la metodología y no de esta guía.

Tanto N como nh se calculan dividiendo las superficies total y del estrato entre la superficie de la parcela.

Los datos fundamentales para determinar el número de parcelas son:

- número de estratos
- superficie de las parcelas
- superficie de cada estrato (para definir el número total de parcelas potenciales de cada estrato, en función de la superficie de las parcelas)
- variabilidad de la variable en estudio dentro de cada estrato (será necesario realizar muestreos piloto previos, u obtener información de muestras similares fuera de la zona de estudio)
- error aceptado para la variable estudiada (en las metodologías aprobadas es del 10%)

- costo de selección de una parcela en un estrato determinado

Es buena práctica aumentar en un 10% el número de parcelas para evitar imprevistos que no permitan realizar repeticiones en el siguiente monitoreo.

Una vez definido el tamaño de la muestra, la distribución de las parcelas en el terreno se realiza mediante un muestreo sistemático para cada estrato, con origen en un punto aleatorio para evitar la subjetividad en la localización de parcelas. En un mismo estrato, cuando hay varias áreas discretas de terreno, se procede a dividir la superficie total del estrato entre las parcelas asignadas para obtener así la superficie por parcela. Con este último valor se establecen las parcelas de cada

Cuadro 6. Fórmulas para el cálculo del número de parcelas en un muestreo para las distintas metodologías

Metodologías*	AR-AM0001, AR-AM0002, AR-AM0005, AR-AM0006 (Wenger 1984)	AR-AM0003, AR-AM0004, AR-AM0007
Número total de parcela	$n = \left(\frac{t}{E}\right)^2 \left[\sum_{h=1}^L W_h \cdot s_h \cdot \sqrt{C_h} \right] \cdot \left[\sum_{h=1}^L W_h \cdot s_h / \sqrt{C_h} \right]$	$n = \frac{\left[\sum_{h=1}^L N_h \cdot s_h \cdot \sqrt{C_h} \right] \cdot \left[\sum_{h=1}^L N_h \cdot s_h \cdot \frac{1}{\sqrt{C_h}} \right]}{\left(N \cdot \frac{E}{z_{\alpha/2}} \right)^2 + \sum_{h=1}^L N_h \cdot (s_h)^2}$
Número de parcelas por estrato	$n_h = n \cdot \frac{W_h \cdot s_h / \sqrt{C_h}}{\sum_{h=1}^L W_h \cdot s_h / \sqrt{C_h}}$	$n_h = \frac{\sum_{h=1}^L N_h \cdot s_h \cdot \sqrt{C_h}}{\left(N \cdot \frac{E}{z_{\alpha/2}} \right)^2 + \sum_{h=1}^L N_h \cdot (s_h)^2} \cdot \frac{N_h \cdot s_h}{\sqrt{C_h}}$

*AR-AM0008 recomienda directamente el uso de la herramienta publicada por CMNUCC.

donde:

- L = Número total de estratos
- t = t de Student con un nivel de confianza del 95%, nivel de significación 0,05
- z = Estadístico z con nivel de confianza del 95%
- E = Error permitido
- sh = Desviación estándar del estrato h
- n = Número total de parcelas
- nh = Número de parcelas para el estrato h
- N = Número total de parcelas potenciales
- Wh = Relación entre las parcelas potenciales totales y las del estrato h (Nh/N)
- Ch = Costo de seleccionar una parcela en el estrato h

área discreta (número entero de la división entre superficie del área y superficie correspondiente a cada parcela). Es importante evitar el efecto de borde en la ubicación final de las parcelas; para ello se realizan pequeños desplazamientos, si fuera necesario.

En cuanto al tamaño de parcela, no hay reglas concretas que lo definan, pero se trata de asignar el tamaño óptimo que permita obtener datos representativos de la variable a medir. El área de la parcela influye directamente en el tamaño de la muestra y en los costos del trabajo de campo. En caso de variables relacionadas con la masa arbórea, el tamaño de parcela dependerá fundamentalmente de la densidad de la masa. La *Guía de Buenas Prácticas* recomienda tamaños entre 100 m² (para plantaciones con densidades de más de 1.000 árboles por hectárea) y 600 m² para plantaciones multipropósito o plantaciones poco densas. Las metodologías recomiendan tamaños entre 100 y 1.000 m². Es una práctica común que dentro de las parcelas definidas se diseñen subparcelas de menor tamaño para estimar otras variables, como por ejemplo las relacionadas con vegetación no arbórea (acápite 5.11) y hojarasca (acápite 5.11.5).

Al aumentar el tamaño de la parcela, disminuye la variabilidad entre muestras. Con un mayor tamaño de parcela, el número total necesario de parcelas para un error fijado disminuye, en consecuencia, se da un aumento en el costo unitario de muestreo pero una disminución del costo total por reducción del número total de muestras. Se trata por lo general de definir un tamaño de parcela que haga factible su establecimiento desde el punto de vista técnico y económico.

La forma de las parcelas en el monitoreo depende de las variables a medir (Penman et al. 2003). En el caso de plántulas y árboles, se acostumbra usar parcelas circulares; la hojarasca y la vegetación menor se miden en subparcelas cuadradas o circulares, aunque la forma no es un factor limitante en las metodologías aprobadas. En cuanto a la temporalidad o permanencia de las parcelas, la *Guía de Buenas Prácticas* plantea las ventajas e inconvenientes (cuadro 7). Por lo general las metodologías aprobadas hasta la fecha plantean el uso de parcelas permanentes, aunque en el caso de los suelos, la ventaja no aplica.

5.13 ¿Cada cuánto debe repetirse el monitoreo?

El intervalo entre muestreos depende de la variabilidad en las existencias de carbono y de la tasa de acumulación de carbono, así como de la necesidad de calcular los créditos. Por ejemplo, en el caso del carbono en la biomasa arbórea, se estima que un intervalo de 5 a 10 años es suficiente para determinar los cambios debidos a las tasas de crecimiento en volumen de los individuos. En el caso del suelo, se estiman períodos óptimos mayores (10-20 años). No obstante, en los proyectos MDL la verificación y certificación deben realizarse cada cinco años (UNFCCC 2003), desde la primera verificación hasta el final del período de acreditación; por eso, el intervalo de muestreo es definido por dichos compromisos. Con el objetivo de reducir los costos de monitoreo, una buena opción es hacer coincidir el año de monitoreo con el de verificación.

El proponente de un proyecto MDL debe definir el primer año de monitoreo considerando básicamente tres aspectos:

Cuadro 7. Ventajas e inconvenientes del uso de parcelas permanentes o temporales

	Permanentes	Temporales
Ventajas	Estadísticamente más eficientes en la estimación de cambios.	Su establecimiento para estimar una variable es más costo-eficiente.
Inconvenientes	La localización es conocida y pueden ser tratadas de forma diferencial, con lo que se alteran los resultados.	Estadísticamente menos eficiente en estimación de cambios, por lo que se requieren más muestras (más costo).

- Tasa de crecimiento de los árboles y necesidades financieras: cuanto más tarde se realice la primera verificación, mayor cantidad de carbono habrá pero menor será el valor actual neto de los créditos.
- Cosechas y períodos de rotación: según las reglas del MDL, el monitoreo, la verificación y la certificación no deben coincidir con máximos en las existencias de carbono.
- Estado y proyecciones del mercado de carbono.

5.14 ¿Qué se debe hacer para asegurar la calidad del monitoreo?

Todo monitoreo requiere de un control de calidad y de una garantía de calidad, para lo cual es necesario definir cuatro aspectos, según Penman et al. (2003).

5.14.1 Procedimientos para asegurar medidas de campo fiables

Las medidas de campo fidedignas son básicas para asegurar la calidad del monitoreo; para ellos se recomienda seguir los siguientes pasos:

- Redactar una guía de procedimientos estándares de muestreo en la que queden detallados todos los pasos a seguir para la toma y manejo de datos, desde la localización de las parcelas y medición concreta de cada variable, hasta el almacenamiento de la información capturada. Esta guía debe servir para el trabajo de los operarios y para futuros monitoreos.
- Contar con personal de campo convenientemente capacitado para la toma de datos en campo y el análisis de los mismos.
- Realizar una capacitación en campo y gabinete sobre la guía de procedimientos estándares, con el personal de campo, para afianzar conocimientos y detectar posibles errores en las técnicas utilizadas.

5.14.2 Procedimientos para verificar la toma de datos

A modo de ejemplo se pueden hacer dos mediciones independientes (preferiblemente por otro equipo) aproximadamente en un 10% de las parcelas y comparar los datos para detectar posibles

errores de medición. Otro procedimiento consiste en, una vez terminado el monitoreo, repetir un número determinado de parcelas para detectar errores que nos den estimaciones del error de medida. Es recomendable elaborar un procedimiento de control de calidad para cada variable que se mide en el campo, incluyendo la estimación del error en la toma de una medida (por ejemplo DAP).

5.14.3 Procedimientos para verificar la entrada y análisis de datos

La entrada de datos, tanto de campo como de laboratorio, en hojas de cálculo debe ser cuidadosa y los datos introducidos deben ser revisados y comparados con otros para detectar posibles anomalías. Siempre es importante conservar los formularios originales para la comprobación de errores. Los procedimientos de control de la entrada y análisis de datos deben estar descritos en la guía de procedimientos estándares.

5.14.4 Mantenimiento y almacenamiento de datos

Toda la información recopilada, tanto en papel como en soporte digital, debe ser duplicada y almacenada en lugar seguro—de ser posible en más de un lugar por separado. La información digital se debe guardar en formatos compatibles, o actualizar el formato periódicamente de manera que pueda seguir siendo utilizada con nuevas actualizaciones de los programas informáticos.

5.15 ¿Existe algún software diseñado específicamente para el monitoreo de proyectos forestales MDL?

En general, cada proyecto desarrolla sus propios métodos de procesamiento, cálculo y almacenamiento de datos relacionados con el monitoreo, según sus necesidades específicas, conocimiento y herramientas informáticas a su disposición. Sin embargo, si un proyecto utiliza la metodología AR-AM0001, podría usar el *software* Maia diseñado específicamente para el monitoreo de proyectos que siguen esta metodología. Consulte las preguntas del acápite 5.19 para más información.

5.16 ¿Qué es Minga, la herramienta de datos de crecimiento de especies forestales tropicales y subtropicales y de modelos genéricos?

Minga es una herramienta diseñada en Excel que permite consultar datos de crecimiento de numerosas especies obtenidos en sitios concretos en muchos países. Minga permite generar modelos para variables específicas a partir de un conjunto de datos seleccionado por el usuario; así por ejemplo, se puede representar el crecimiento de una especie en un sitio específico, o escoger modelos genéricos adecuados para la simulación del crecimiento de una especie en un lugar dado.

Los datos reportados en la herramienta pueden provenir de descripciones botánicas, observaciones de árboles aislados, parcelas temporales y parcelas permanentes. Puede tratarse de árboles aislados en sistemas de producción no forestales (cultivos agrícolas o pastizales arbolados), árboles en plantaciones puras, plantaciones mixtas, cercos vivos o plantaciones en línea. Los modelos genéricos incluyen una ecuación de crecimiento en altura, una ecuación de crecimiento en diámetro y una ecuación de volumen. A partir de estas ecuaciones, el usuario puede generar otras ecuaciones complementarias, tales como ecuaciones de área basal, índice de densidad del rodal o índice de sitio.

5.16.1 ¿Cuántas especies están contempladas en la herramienta?

Minga es una herramienta en continua construcción. Para la fecha en que se escribió esta guía, la herramienta contenía los siguientes datos:

- información general de tamaños máximos de individuos o velocidad de crecimiento de 32 especies tropicales
- 3.750 observaciones de crecimiento provenientes de 83 diferentes especies localizadas en 31 países tropicales o subtropicales
- 51 fuentes de datos (bases de datos y publicaciones)

5.16.2 ¿Dónde se puede conseguir la herramienta?

Minga está disponible para los usuarios sin costo alguno. Busque instrucciones de cómo acceder a la herramienta en el sitio Internet del proyecto Forma, <http://www.proyectoforma.com>.

Minga es una herramienta en constante desarrollo. Las descripciones contenidas en esta guía pueden variar a medida que se incorporan nuevos datos y se refinan los datos de cálculo. Consulte la documentación sobre la herramienta para información actualizada sobre la misma.

5.16.3 ¿Es Minga una herramienta confiable y certificada?

Hasta la fecha ninguna herramienta de este tipo ha sido validada ni reconocida por la JD del MDL. Minga no es, por el momento, una herramienta oficialmente certificada por ninguna de las autoridades relacionadas con el MDL. Sin embargo, se han hecho los mayores esfuerzos para que la herramienta sea lo más útil posible para resolver los problemas frecuentes de simulación, especialmente en el caso de la gran mayoría de las especies forestales tropicales que no cuentan con suficientes datos ni modelos publicados.

5.17 ¿Qué es CO₂Fix?

CO₂Fix es un modelo y *software* desarrollado por los proyectos Casfor I y Casfor II. Mediante este modelo, un usuario puede ingresar datos de ecosistemas³² para simular el balance de carbono en el ecosistema a largo plazo, a nivel de existencias y de flujos anuales.

5.17.1 ¿Para qué sirve CO₂Fix y cómo se utiliza?

El modelo y *software* CO₂Fix es una herramienta que cuantifica las existencias y flujos de carbono anuales en la biomasa del bosque, la materia

³² El modelo se aplica principalmente a ecosistemas forestales, aunque con ciertas restricciones también es posible modelar otros usos de la tierra, tales como cultivos o pastizales.

orgánica del suelo y los productos maderables. La entrada básica es el crecimiento en volumen del fuste a diferentes edades (medido en metros cúbicos por hectárea) y las proporciones de los demás componentes del árbol (follaje, ramas y raíces) con respecto al fuste, también a diferentes edades.

CO₂Fix se encarga de interpolar y extrapolar los valores ingresados al sistema para obtener los valores de crecimiento anuales para cada componente hasta el final del turno de rotación considerado para el bosque o hasta el final del período de simulación. Aparte del crecimiento, es necesario también especificar la densidad básica de la madera y los demás componentes, así como el contenido de carbono. Las existencias de carbono en la biomasa viva se calculan como el equilibrio entre crecimiento y reciclaje, la mortalidad y las cosechas. Los desperdicios del reciclaje y los procesos de mortalidad y sobrantes de aprovechamiento conforman la entrada para el módulo de suelo. La materia orgánica se descompone y se transforma en materia orgánica del suelo, y se modela principalmente en función de las características de la materia orgánica y el clima. El fuste cosechado se rastrea a través de la cosecha y posteriormente a través de las líneas de proceso industriales, en función de los porcentajes destinados a los diferentes productos, durante los ciclos de vida de cada producto y finalmente hasta su destino final, el cual puede ser la descomposición en rellenos o vertederos o el uso como una fuente de bioenergía.

El *software* incluye un extenso manual y varios ejemplos de aplicación en variados ecosistemas de zonas árticas, templadas y tropicales de Europa, Asia y América Latina.

5.17.2 ¿Dónde se obtiene CO₂Fix?

CO₂Fix está disponible de manera gratuita en el sitio Web del proyecto Casfor II <http://www.efi.fi/projects/casfor/>.

5.17.3 ¿Es CO₂Fix una herramienta confiable y certificada?

CO₂Fix fue desarrollado por un equipo de investigadores de varias reconocidas instituciones científicas de Europa y América Latina, cuenta con miles de usuarios alrededor del mundo y ha sido

empleado en la modelación de flujos y existencias de carbono en ecosistemas que van desde el norte de Europa hasta la Patagonia, incluyendo numerosos tipos de ecosistemas tropicales. CO₂Fix es uno de los pocos modelos mencionados explícitamente por la *Guía de Buenas Prácticas* del IPCC. Aunque el modelo tiene un buen soporte científico, la calidad de las modelaciones realizadas mediante este *software* depende en gran medida de la calidad de los datos que se usan y del correcto uso del *software*.

5.18 ¿Qué es Taram?

Taram es una herramienta diseñada en el programa informático Excel para el cálculo *ex ante* de los CRE en proyectos forestales MDL que sigan las metodologías actualmente aprobadas por la JD del MDL.

5.18.1 ¿Para qué sirve Taram y cómo se utiliza?

Taram calcula los certificados de reducción de emisiones para un proyecto dado mediante una entrada sencilla de datos, siguiendo las ecuaciones planteadas en las metodologías aprobadas por la JD del MDL. El uso de la herramienta es sencillo; en la hoja principal del archivo Excel hay un pequeño resumen de los pasos a seguir. Básicamente la herramienta requiere de una serie de datos del usuario y como resultado se obtienen los cálculos efectuados por la herramienta. La entrada de datos se puede resumir en las siguientes etapas:

- Selección de metodología (ver sección 4 de esta guía.
- Selección de especies: en este punto deben definirse las especies o grupos de especies utilizadas por el proyecto y sus características principales (densidad, FEB, etc).
- Entrada de datos de existencias por estratos de línea base, tanto de vegetación no arbórea como de vegetación arbórea, en caso de existir. Para la vegetación arbórea en cada uno de los estratos de línea base y para cada especie definida se deben dar valores de existencias por hectárea y por año de proyecto.
- Entrada de datos de existencias para cada modelo de plantación: la herramienta requiere

de datos de crecimiento o volumen por hectárea para cada especie y edad, desde la plantación hasta los 30 años. En los modelos de plantación además hay que aportar datos referidos al manejo, tales como:

- Determinación de factores para cálculo de emisiones
- Selección de estratos y determinación de superficies de plantación
- Determinación de distancias, desde las distintas superficies de plantación hasta los lugares de origen y/o destino de materiales y operarios
- Entrada de datos relacionados con fugas

Una vez que se tiene toda la información requerida por la herramienta, se genera una tabla resumen de los potenciales certificados de reducción de emisiones en función del período de acreditación y del primer año de certificación. Los resultados presentan datos de certificados de largo plazo (ICERs) y de corto plazo (tCERs) (ver sección 9 de esta guía), tanto en forma de tabla como en forma de gráfico para su más sencilla interpretación. La herramienta dispone, además, de un sencillo estudio financiero que no interfiere en el cálculo de certificados y que requiere también de información por parte del usuario (beneficios por venta de los CRE, costos de DDP, validación, registro, etc.).

Además de los resultados finales de certificados, se pueden consultar de forma sencilla los resultados de las distintas etapas de cálculo. La herramienta también cuenta con dos archivos adjuntos en los que se recogen valores por defecto relacionados con el MDL forestal, provenientes de IPCC y del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés), útiles para el usuario (densidades, FEB, relaciones parte aérea-parte subterránea, etc.). También se facilita el vínculo del asistente para la selección de metodologías.

5.18.2 ¿Dónde se puede conseguir la herramienta?

Taram está disponible para los usuarios sin costo alguno. Busque instrucciones de cómo acceder a la herramienta en el sitio Internet del proyecto Forma, <http://www.proyectoforma.com>.

5.18.3 ¿Es Taram una herramienta confiable y certificada?

Taram se encuentra actualmente en proceso de certificación.

5.19 ¿Qué es Maia?

Maia es un *software* bajo Windows 98-XP para el monitoreo de proyectos forestales MDL que siguen la metodología AR-AM0001, acorde con los procedimientos de monitoreo establecidos en dicha metodología.

5.19.1 ¿Para qué sirve Maia?

Maia permite el monitoreo de las existencias de carbono en los diferentes reservorios de un proyecto forestal MDL, así como el monitoreo de las emisiones de GEI por parte de las fuentes de emisión y las emisiones por fugas que ocurren en un proyecto forestal MDL. Maia también permite el cálculo de los créditos obtenidos en dichos proyectos.

5.19.2 ¿Dónde se obtiene Maia?

Maia está disponible para los usuarios sin costo alguno y puede ser descargada en el sitio Internet del proyecto Forma, <http://www.proyectoforma.com>.

5.19.3 ¿Dónde se encuentra más información sobre Maia?

Si usted desea tener más información sobre el *software* Maia, le recomendamos descargue e instale el *software* y consulte la ayuda en línea que se instala junto con el programa. Esta ayuda presenta detalladamente todos los aspectos relacionados con la metodología sobre la cual se basa (AR-AM 0001), así como otros aspectos relacionados con el MDL, aspectos estadísticos y uso del *software*.

5.19.4 ¿Es Maia una herramienta confiable y certificada?

La versión actual de Maia (1.0) es una versión de prueba no certificada. Su uso es recomendable a nivel de ensayo. Los comentarios y aportes para mejorar el *software* y corregir posibles errores son bienvenidos.

5.20 ¿Dónde se puede encontrar más información sobre estimaciones de carbono?

Las siguientes son algunas direcciones de Internet donde se pueden encontrar publicaciones en español relacionadas con estimaciones de carbono.

- Biblioteca Orton, sección sobre carbono <http://orton.catie.ac.cr/carbono/carbo.htm>
- Ubicador de información de la FAO <http://search.fao.org/opensearch>
- Sitio web del *software* Silvia <http://www.silviaforestal.com>

5.21 Bibliografía

- Agudelo, S; Bustamante, J; Cardona, J; Ramírez, A. 2003. Proyecto de silvicultura para las plantaciones de *Acacia mangium*. Tesis. Medellín, CO, Universidad Nacional de Colombia. 100 p.
- Bertalanffy, L. von 1949. Problems of organic growth. *Nature* 163, 156–158.
- Billings, SA. 2006. Soil organic matter dynamics and land use change at a grassland/forest ecotone. *Soil Biology & Biochemistry* 38: 2934–2943.
- Cannell, MGR; Dewar, RC; Pyatt, DG. 1993. Conifer plantations on drained peatlands in Britain: a net gain or loss of carbon? *Forestry* 66 (4): 353–369.
- Cerri, CC; Volkoff, B; Andreaux, F; Leopoldo, PR. 1991. Nature and behavior of organic matter in soils under natural forest, and after deforestation, burning and cultivation, near Manaus. *Forest Ecology and Management* 38: 247–257.
- Clutter, J; Forston, J; Pienaar, L; Brister, G; Bailey, R. 1983. *Timber management: a quantitative approach*. New York, US, John Wiley & Sons. 333 p.
- Dalal, RC; Carter, JO. 1999. Soil organic matter dynamics and carbon sequestration in Australian tropical soil. In Lal, R. et al. (eds.). *Global climate change and tropical ecosystem: Advances in soil science*. Boca Ratón, FL, US, CRC Press. p. 283–316.
- Detwiler, RP. 1986. Land use change and the global carbon cycle: the role of tropical soils. *Biogeochemistry* 2: 67–93.
- Groenendijl, FM; Condon, LM; Rijkse, WC. 2002. Effects of afforestation on organic carbon, nitrogen and sulfur concentrations in New Zealand hill country soils. *Geoderma* 108: 91–100.
- Guo, LB; Gifford, RM. 2002. Soil carbon stocks and land use change: a meta analysis. *Global Change Biology* 8: 345–360.
- Gupta, RK; Rao, DLN. 1994. Potential of wastelands for sequestering carbon by reforestation. *Current Science* 66: 378–380.
- Henderson, GS. 1995. Soil organic matter: a link between forest management and productivity. In Bigham, JM; Bartels, JM. (eds.). *Carbon forms and functions in forest soils*. Madison, Wisconsin, US, Soils Science Society of America Inc. p. 419–435.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 1996. *Good practice guidance for land use, land-use change and forestry*. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Jandl, R; Lindner, M; Versterdal, L; Bauwens, B; Baritz, R; Hagedorn, F; Johnson, DW; Minkinen, K; Byrne, KA. 2007. How strongly can forest management influence soil carbon sequestration? *Geoderma* 137: 253–268.
- Lal, R; Kimble, JM; Levine, E; Stewart, BA. 1995. *World soils and greenhouse effect: an overview*. In Lal, R; Kimble, JM; Levine, E; Stewart, BA. (eds.). *Soil and Global Change*. Boca Ratón, FL, US, CRC Press. p. 1–7.
- Lemma, B; Kleja, DB; Nilsson, I; Olsson, M. 2006. Soil carbon sequestration under different exotic tree species in the southwestern highlands of Ethiopia. *Geoderma* 136: 886–898.
- Lima, AMN; Silva, IR; Neves, JCL; Novais, RF; Barros, NF; Mendonca, ES; Smyth, TJ; Moreira, MS; Leite, FP. 2006. Soil organic carbon dynamic following afforestation of degraded pastures with eucalyptus in southeastern Brazil. *Forest Ecology and Management* 235: 219–231.
- Lugo, AE; Brown, S. 1993. Management of tropical soils as sinks or sources of atmospheric carbon. *Plant and Soil* 96: 185–196.
- Paul, KI; Polglase, PJ; Nyakuengama, JG; Khanna, PK. 2002. Change in soil carbon following afforestation. *Forest Ecology and Management* 168: 241–257.

- Penman, J; Gytarsky, M; Hiraishi, T; Krug, T; Kruger, D; Pipatti, R; Buendía, L; Miwa, K; Ngara, T; Tanabe, K; Wagner, F. 2003. Good practice guidance for land use, land-use change and forestry. Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Polglase, P; Keryn, J; Paul, I; Khanna, PK; Nyakuengama, JG; O'Connell, AM; Grove, TS; Battaglia, M. 2000. Change in soil carbon following afforestation or reforestation. National carbon accounting system, Australian Greenhouse Office. Technical report no. 20.
- Post, WM; Kwon, KC. 2000. Soil carbon sequestration and land-use change: processes and potential. *Global Change Biology* 6: 317–327.
- Romanyà, J; Rovira, P; Vallejo, R. 2007. Análisis del carbono en los suelos agrícolas de España: aspectos relevantes en relación a la reconversión a la agricultura ecológica en el ámbito mediterráneo. *Ecosistemas*. 2007/1. (http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=465&Id_Categoria=2&tipo=portada)
- Sit, V; Poulin-Costello, M. 1994. Catalog of curves for curve fitting. British Columbia, CA, Ministry of Forests. Biometrics Information Handbook Series. Handbook no. 4. 116 p.
- UNFCCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático). 2003. Modalities and procedures for afforestation and reforestation project activities under the clean development mechanism in the first commitment period of the Kyoto Protocol. Párrafo 32. 19/CP.9. Report of the conference of the parties. [Ninth session, Milano, Italy, 1–13 December 2003]. FCCC/CP/2003/6/Add.2.
- _____. 2006. Technical Guidelines for the development of new afforestation/reforestation baseline and monitoring methodologies (version 01). Clean Development Mechanism revised guidelines for completing the project design document for A/R (CDM-AR-DDP), the proposed new methodology for A/R: baseline and monitoring (CDM-AR-NM) (version 06) EB 28.
- _____. 2007. Calculation of the number of sample plots for measurements within A/R CDM project activities (Version 01) EB 31.
- Vesterdal, L; Ritter, E; Gundersen, P. 2002. Change in soil organic carbon following afforestation of former arable land. *Forest Ecology and Management*, 169: 137–147.
- Watzlawick, L; Sanquetta, C; de Mello, A; Arce, J. 2001. Ecuaciones de biomasa aérea en plantaciones de *Araucaria angustifolia* en el sur del estado de Paraná, Brasil. Simposio Internacional Medición y Monitoreo de la captura de Carbono en Ecosistemas Forestales [Valdivia, Chile, 2001].
- Weibull, W. 1951. A statistical distribution function of wide applicability. *J. Appl. Mech.* 18:293–296.
- Wenger, KF. (ed). 1984. *Forestry handbook*. New York, US, John Wiley and Sons. 2 ed. 1.335 p.

6 Preguntas frecuentes sobre estimación de fugas y emisiones de gases de efecto invernadero en proyectos MDL forestales

Pablo Rodríguez-Noriega*, Celia Martínez Alonso** y Álvaro Vallejo*

*Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE

**Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, INIA-CATIE

6.1 Preguntas generales sobre emisiones y fugas

6.1.1 ¿Qué es una emisión?

Se considera emisión todo incremento en la cantidad de GEI por las fuentes que ocurre dentro de los límites del proyecto y que es medible y atribuible al mismo. Pese a que no se trata de emisiones en sentido estricto, la disminución de las existencias de carbono y la reducción de absorción de GEI dentro de los límites del proyecto, y que ocurren como consecuencia de la actividad del mismo, se presentan en esta guía junto con las emisiones.

En las metodologías aprobadas por la JD del MDL, la disminución de existencias de carbono debidas a la pérdida de biomasa se considera de dos maneras distintas: las metodologías AR-AM0001 2, 5, 6 y 8 consideran estas pérdidas como emisiones producidas por las fuentes. Las metodologías AR-AM0003 4 y 7 las consideran como cambios verificables en las existencias de carbono en los distintos reservorios.

6.2 ¿Cuáles son las emisiones más comunes?

El IPCC propone una serie de prácticas que suponen emisiones, reducción de absorciones

o disminución de existencias de GEI (cuadro 8). Además, la *Guía de Buenas Prácticas* (IPCC. 2003) en su tabla 4.3.3 da una serie de referencias sobre metodologías y datos por defecto para la realización de los cálculos de emisiones de GEI No-CO₂.

A pesar del alto número de actividades que pueden ser fuente de emisión o que suponen pérdida de existencias en un proyecto forestal, las metodologías aprobadas hasta la fecha por la JD únicamente consideran algunas de ellas, pues han determinado que las demás son poco significativas o inexistentes (cuadro 9). Para determinar si una emisión es poco significativa se debe usar la herramienta aprobada por la JD para tal función. Todas las metodologías aprobadas, a excepción de AR-AM0006 y AR-AM0008, consideran el mismo tipo de prácticas.

En el caso del consumo de combustible (emisión de CO₂), todas las metodologías siguen las mismas ecuaciones basadas en la estimación del consumo derivado de la actividad del proyecto dentro de los límites del mismo (preparación del terreno, podas, cortas, etc.) y la aplicación a dichos consumos de un factor de emisión. Los factores de emisión pueden ser los dados por el IPCC como factores nacionales o por defecto. Por otra parte, las pérdidas de biomasa dentro del escenario de proyecto

Cuadro 8. Prácticas que conllevan emisiones, reducción de absorciones o disminución de existencias de GEI

Práctica	Efecto sobre GEI	Proceso de emisión o absorción
Consumo de combustible	Emisión de CO ₂	Combustión
Quema de biomasa	Emisión de CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O	Combustión
Aplicación de fertilizantes sintéticos y orgánicos	Emisión de N ₂ O	Nitrificación/desnitrificación de fertilizantes y complementos orgánicos aplicados a los suelos
	Reducción de la absorción de CH ₄	Supresión de la oxidación microbiana del CH ₄ en el suelo
Plantación de árboles, cultivos y forrajes fijadores de nitrógeno	Emisión de N ₂ O	Nitrificación/desnitrificación del N del suelo mediante su fijación biológica mejorada
Inundación del suelo	Emisión de CH ₄	Descomposición anaeróbica de la materia orgánica de los suelos
Drenaje del suelo	Emisión de N ₂ O	Mineralización de la materia orgánica del suelo y posterior nitrificación/desnitrificación de nitrógeno mineralizado
Alteraciones del suelo	Emisión de N ₂ O	Mineralización de la materia orgánica del suelo y posterior nitrificación/desnitrificación de nitrógeno mineralizado
	Reducción de la absorción de CH ₄	Supresión de la oxidación microbiana del CH ₄ del suelo
Aumento de la producción de forraje y del número de cabezas de ganado	Emisión de CH ₄ y N ₂ O debido a los efectos causados en la producción ganadera	Digestión animal (CH ₄)
		Descomposición anaeróbica del estiércol almacenado en sistemas de manejo del estiércol y aplicado/depositado en los suelos (CH ₄)
		Nitrificación/desnitrificación del N en el estiércol almacenado en sistemas de manejo del estiércol y aplicado/ depositado en los suelos (N ₂ O)
Preparación del terreno (pérdidas de biomasa)	Disminución de existencias de CO ₂	Eliminación parcial o total de los reservorios preexistentes

Fuente: (IPCC. 2003)

Cuadro 9. Prácticas que suponen emisión de GEI en las metodologías aprobadas por la JD

Actividad	Metodología AR-AM000X							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Consumo de combustible	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Eliminación vegetación preexistente	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Quema de biomasa	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	No	Sí	Sí
Aplicación de fertilizantes	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Plantación de especies fijadoras de N (no arb.)	No	No	No	No	No	Sí	No	No
Plantación de especies fijadoras de N (arb.)	No	No	No	No	No	No	No	Sí

No arb: cultivos y matorrales; arb: árboles

ocurren en el momento de eliminar la vegetación preexistente para realizar los trabajos de FR. Es importante tener buen conocimiento de las existencias en línea base, tanto del estrato herbáceo como del arbustivo y arbóreo, para poder hacer estos cálculos. En alguna ocasión esta fuente de emisión puede contribuir al error de doble conteo.

La quema de biomasa es una fuente de emisión, tanto de CO₂ como de gases No-CO₂ (CH₄ y N₂O). Esta práctica tiene dos orígenes: las quemaduras voluntarias y las involuntarias (incendios). La quema voluntaria de biomasa para la eliminación de vegetación preexistente también motiva el doble conteo. Asimismo, la aplicación de fertilizantes (orgánicos e inorgánicos) es una práctica considerada por todas las metodologías como fuente de emisión de N₂O, debido al aporte de N al ciclo del mismo.

Únicamente las metodologías AR-AM0006 y AR-AM0008 consideran la emisión de N₂O debido a la utilización de especies fijadoras de nitrógeno. La primera incluye especies de matorral y cultivos y la segunda, especies arbóreas. Las especies fijadoras afectan al ciclo del nitrógeno, ya que producen fijaciones de N₂ y emisiones de N₂O (ver acápite 6.9).

Un desarrollador de proyectos que haya seleccionado una metodología aprobada por la JD deberá ceñirse a las fuentes de emisión establecidas en dicha metodología. En caso de que

ninguna metodología se ajuste al proyecto y el desarrollador se vea en la situación de proponer una nueva metodología, se deberá hacer un estudio de todas las fuentes de emisión potenciales.

6.3 El doble conteo: uno de los errores más comunes en el cálculo de emisiones

Este error surge fundamentalmente en el cálculo de emisiones debidas al proceso de eliminación de la vegetación debido a dos aspectos: la pérdida de biomasa (que deriva en la disminución de las existencias de CO₂) y la quema de biomasa (implícita en la anterior y que conlleva un incremento de emisiones de gases CO₂ y No-CO₂). El doble conteo se produce cuando por error se calculan las variaciones del gas CO₂, tanto en la quema de biomasa como en la pérdida de biomasa.

En el proceso de eliminación de la vegetación se pueden dar varias alternativas, en función del porcentaje de vegetación preexistente que se elimine y de la forma de eliminación de la misma (cuadro 10). Considerando las distintas alternativas de destinos posibles y para evitar el doble conteo en el cálculo de incremento de emisiones (CO₂ y No-CO₂) y disminución de existencias de carbono (CO₂) debidas a la eliminación de la vegetación preexistente, habría que considerar, para cada tipo de GEI, algunos reservorios (cuadro 11).

Cuadro 10. Esquema de destinos posibles de la vegetación preexistente

Porcentaje de eliminación	Porcentaje relativo eliminación por quema	Destino final de la vegetación preexistente
100	100	1) Todo se quema
	0<X<100	2) Parte se quema, parte se elimina por otros medios
	0	3) Todo se elimina por otros medios
0<X<100	100	4) Parte se quema, parte no se elimina
	0<X<100	5) Parte se quema, parte se elimina por otros medios, parte no se elimina
	0	6) Parte se elimina por otros medios, parte no se elimina
0	0	7) Nada se elimina ni por quema ni por otros medios

Cuadro 11. Reservorios y gases a considerar en la eliminación de la vegetación preexistente para evitar el doble conteo

Tipo GEI	Reservorio	Tipo de vegetación
CO ₂	Total (BVA+BVB)	No leñosa
	Sólo vegetación eliminada (BVA+BVB)	Leñosa
No-CO ₂	Sólo % BVA que se quema	No leñosa
		Leñosa

BVA: biomasa viva arriba del suelo, BVB: biomasa viva bajo el suelo

6.4 ¿Cómo se estiman y monitorean las emisiones?

Los proyectos forestales MDL requieren de estimaciones previas y de cálculos posteriores de las emisiones.

6.4.1 Estimaciones previas

Antes de comenzar el proyecto se deben estimar todas las emisiones que se producen como consecuencia de la actividad del proyecto. Cada una de las metodologías aprobadas incluye en la sección II. 7³³ (*ex ante actual net GHG removal by sinks*) las ecuaciones para realizar los cálculos necesarios. Por tratarse de estimaciones previas al inicio del proyecto, los datos para el cálculo de estimaciones proceden de información preexistente: estadísticas locales y nacionales, experiencia técnica, fuentes bibliográficas, experiencias de proyectos similares, valores por defecto del IPCC, etc.

6.4.2 Estimaciones posteriores

Una vez que ha comenzado el proyecto, se pueden obtener datos reales sobre las fuentes de emisión y será necesario realizar el monitoreo de las mismas. Todos los cálculos de emisiones se deben hacer con base en las ecuaciones que plantean las metodologías en la sección III.5³⁴ (*Calculation of ex post actual net GHG removal by sink*). También en esta sección se indican los pasos a seguir en el monitoreo de las fuentes, así como en la obtención de los diferentes parámetros necesarios (factores de emisión, eficiencia de

combustión, etc.). Además, se incluyen tablas con las distintas variables necesarias para el cálculo de emisiones, indicando las unidades, frecuencias de muestreo, proporción de monitoreo, etc.

Las emisiones pueden agruparse según se deriven o no de actividades relacionadas con la biomasa viva. En el primer caso, el monitoreo se relaciona directamente con los reservorios y se realiza mediante muestreos periódicos, tal como se presenta en la sección 5 de esta guía. En el segundo caso, el monitoreo debe tener una metodología y frecuencia específica por cada tipo de actividad (cuadro 12). Es un error común de concepto el considerar que como las verificaciones y certificaciones se realizan cada cinco años, el monitoreo se debe realizar para todas las fuentes y reservorios también con la misma periodicidad.

Ejemplo: Cálculo de emisiones por fertilización en un proyecto que utiliza la metodología AR-AM0005 (ecuaciones válidas tanto para estimaciones previas como posteriores).

Paso 1: Obtener las ecuaciones de la metodología elegida

$$N_2O_{direct-N_{fertilizer,t}} = (F_{SN,t} + F_{ON,t}) \cdot EF_i \cdot \frac{44}{28} \cdot GWP_{N_2O}$$

$$F_{SN,t} = N_{SF-Fert,t} \cdot (1 - FRAC_{GASF})$$

$$F_{ON,t} = N_{ON-Fert,t} \cdot (1 - FRAC_{GASM})$$

³³ La sección II.7 se debe buscar en la metodología; no se refiere a una sección de esta guía.

³⁴ La sección II.5 se debe buscar en la metodología; no se refiere a una sección de esta guía.

donde:

<i>N₂O</i> direct- <i>Nfertilizer,t</i>	Emisiones directas de N ₂ O como resultado de fertilización con nitrógeno en el año t	t CO ₂ e/año
<i>FSN,t</i>	Cantidad anual de fertilizante nitrogenado sintético ajustado por volatilización como NH ₃ y NO _x , en el año t	t N/año
<i>FON,t</i>	Cantidad anual de fertilizante nitrogenado orgánico ajustado por volatilización como NH ₃ y NO _x , en el año t	t N/año
<i>Efi</i>	Factor de emisión por entradas de N	t (N ₂ O-N)/t entradas N (Valor por defecto del IPCC=0,0125)
<i>NSF-Fert,t</i>	Cantidad anual de fertilizante nitrogenado sintético aplicado en el año t	t N/año
<i>NON-Fert,t</i>	Cantidad anual de fertilizante nitrogenado orgánico aplicado en el año t	t N/año
<i>FRACGASF</i>	Fracción de fertilizantes sintéticos que se volatiliza como NH ₃ y NO _x	Adimensional (Valor por defecto del IPCC=0,1)
<i>FRACGASM</i>	Fracción de fertilizantes orgánicos que se volatiliza como NH ₃ y NO _x	Adimensional (Valor por defecto del IPCC=0,2)
<i>GWP_{N2O}</i>	Potencial de calentamiento global para N ₂ O. kg CO ₂ /kg N ₂ O	Valor por defecto del IPCC=310
<i>44/28</i>	Proporción entre los pesos moleculares de N ₂ O y nitrógeno	Adimensional

Cuadro 12. Tipos de mediciones y frecuencia de monitoreo para los distintos tipos de prácticas*

Prácticas	GEI emitido	Mediciones	Frecuencia del monitoreo
Consumo de combustible	CO ₂	De combustible consumido o medición de distancia recorrida	Registro continuo
Quema de biomasa*	CO ₂ , CH ₄ y N ₂ O	De la superficie quemada y de la cantidad de biomasa en la misma	Después de las quemas (voluntaria o involuntaria)
Aplicación de fertilizantes sintéticos y orgánicos	N ₂ O	De la cantidad de fertilizante utilizado	En el momento de fertilización
Plantación de árboles, cultivos y forrajes fijadores de nitrógeno*	N ₂ O	De la superficie y proporción plantada con este tipo de especies	Con el muestreo general de la masa (por defecto cada cinco años)
Inundación del suelo	CH ₄	De la superficie inundada y de parámetros específicos	En el momento de la inundación (muestreos posteriores)
Drenaje del suelo	N ₂ O	De la superficie drenada y parámetros específicos	En el momento del drenaje (muestreos posteriores)
Alteraciones del suelo	N ₂ O	De la superficie alterada y de parámetros específicos	En el momento en que ocurre la alteración (muestreos posteriores)
Aumento de la producción de forraje y del número de cabezas de ganado	CH ₄ y N ₂ O	Digestión animal: muestreo de la variación de cabezas de ganado	Registro continuo
		Estiércol almacenado: medición de la cantidad de estiércol	Registro continuo

* Las metodologías específicas para el monitoreo en estos casos son similares a las recogidas en la sección 5, "Preguntas frecuentes sobre la estimación de carbono para proyectos forestales MDL".

Paso 2: Toma de datos

Una superficie que se reforesta en dos años consecutivos (1.000 ha en el primer año y 2.500 ha en el segundo); se realizan dos fertilizaciones por cada superficie de plantación (primer y segundo año); se toman los datos de cantidad de fertilizante sintético y orgánico por hectárea, la proporción de nitrógeno en dichos fertilizantes (cuadro 13) y los parámetros por defecto del IPCC.

- $FON_{2} = NON-Fert_{2} \cdot (1 - FRACGASM) = 32,5 \cdot (1 - 0,2) = 26$
- $E_{Fi} = 0,0125$ (Valor por defecto del IPCC)
- $FRACGASF = 0,1$ (Valor por defecto del IPCC)
- $FRACGASM = 0,2$ (Valor por defecto del IPCC)
- $GWP_{N_2O} = 310$ (Valor por defecto del IPCC)
- $44/28$
- $N_2O_{direct-N fertilizer,2} = (FSN_{2} + FON_{2}) \cdot E_{Fi} \cdot 44 / 28 \cdot GWP_{N_2O} = 111,5 \cdot 0,0125 \cdot 44 / 28 \cdot 310 = 678,96$

Paso 3: Realización de los cálculos

Detalle de cálculo del valor anual de $N_2O_{direct-N fertilizer}$ en el año 2 de proyecto:

- $NSF-Fert_{2} = \text{Fertilizante sintético} \cdot \% N \text{ en fertilizante sintético} \cdot \text{superficie}$ (diferenciando superficies que están en primer año y en segundo de plantación) $= 0,2 \cdot 0,15 \cdot 2500 + 0,1 \cdot 0,2 \cdot 1000 = 95$
- $NON-Fert_{2} = \text{Fertilizante orgánico} \cdot \% N \text{ en fertilizante orgánico} \cdot \text{superficie}$ (diferenciando superficies que están en primer año y en segundo de plantación) $= 0,1 \cdot 0,10 \cdot 2500 + 0,05 \cdot 0,15 \cdot 1000 = 32,5$
- $FSN_{2} = NSF-Fert_{2} \cdot (1 - FRACGASF) = 95 \cdot (1 - 0,1) = 85,5$

Para el cálculo de emisiones se puede utilizar *taram* (ver acápite 5.18), donde están implícitas las ecuaciones propuestas por las metodologías aprobadas por la JD. Con el objetivo de unificar la forma de cálculo de ciertas emisiones, CMNUCC ha publicado dos herramientas: una para el cálculo de emisiones debidas a fertilización nitrogenada (http://cdm.unfccc.int/EB/033/eb33_repan16.pdf) y otra para calcular emisiones por consumo de combustibles fósiles (http://cdm.unfccc.int/EB/033/eb33_repan14.pdf).

Cuadro 13. Cantidad de fertilizante por tipo en cada año de plantación

Año de plantación	Fertilizante sintético t/ha	Fertilizante orgánico t/ha	% N en fer. sintético	% N en fer. orgánico
1	0,2	0,1	15	10
2	0,1	0,05	20	15

Cuadro 14. Resultados del cálculo de emisiones por fertilización

Año de proyecto	Superficie de primera fertilización	Superficie de segunda fertilización	NSF-Fert,t	NON-Fert,t	N ₂ O _{direct}	
					-Nfertilizer,t	
					Anual	Acumulado
1	1.000		30	10	213,13	213,13
2	2.500	1.000	95	32,5	678,96*	892,08
3		2.500	50	18,75	365,36	1.257,44
4			0	0	0	1.257,44
5			0	0	0	1.257,44

NSF-Fer = Cantidad anual de fertilizante nitrogenado sintético aplicado en el año t

NON-Fert = Cantidad anual de fertilizante nitrogenado orgánico aplicado en el año t

N₂O_{direct-Nfertilizer} = Emisiones directas de N₂O como resultado de fertilización con nitrógeno en el año t

6.5 ¿Qué es una fuga?

Ver acápite 4.3.4 de esta guía.

6.6 ¿Cuáles son las fugas más comunes?

La diferencia fundamental entre emisiones y fugas es que las primeras suceden dentro del escenario de proyecto y las segundas fuera. Por tal motivo las fuentes mencionadas en la pregunta “¿Cuáles son las emisiones más comunes?” pueden servir de referencia (acápite 6.2). Según las metodologías aprobadas por la JD del MDL existen algunas actividades que causan fugas (cuadro 15).

El consumo de combustibles fuera del escenario de proyecto como consecuencia del mismo es la única fuga considerada, hasta la fecha, en todas las metodologías aprobadas. Por lo general, se considera el consumo de combustible debido a los desplazamientos desde y hacia el proyecto. Por ejemplo, desde los lugares de acopio de materiales (abonos, planta, etc.) hacia los puntos de venta de productos (madera, leña, etc.) o hacia las poblaciones donde habita el personal. Es importante recordar que siempre se deben considerar desplazamientos de ida y vuelta. Esta fuga supone la emisión directa de CO₂.

El desplazamiento de actividades, personas y el uso de postes de madera para cercado del área

del proyecto son considerados fugas porque causan una disminución de las existencias de carbono fuera del escenario de proyecto (no suponen una fuente de emisión en sí mismos, pero sí una pérdida de biomasa). Cuando una actividad previa al proyecto (ya sea agricultura, ganadería o consumo de leña) que tenía lugar dentro del mismo es desplazada fuera de los límites del proyecto, o cuando personas que trabajaban dentro de los límites se desplazan fuera, se entiende que parcial o totalmente se reubicaron en otro terreno con vegetación que tendrá que ser eliminada para albergar tal actividad o a las personas. En el caso del cercado se entiende que, si se necesita material vegetal de fuera de los límites del proyecto, se producirá una pérdida y también se considerará una fuga. No se considera fuga cuando se demuestra que la actividad no conlleva la pérdida de biomasa fuera del escenario de proyecto (por ejemplo, la ganadería se desplaza a pasturas infrautilizadas fuera de los límites del proyecto).

La producción de forraje es una fuga considerada únicamente en la metodología AR-AM0006. Esta fuga surge como consecuencia de un aumento de la producción ganadera fuera del escenario del proyecto debido a la producción de forraje dentro del límite del mismo. Las fugas tienen lugar debido al incremento de la digestión animal, la descomposición anaeróbica del estiércol y la nitrificación/desnitrificación del nitrógeno en el estiércol que tienen como consecuencia emisiones de N₂O y CH₄.

Cuadro 15. Prácticas que suponen fugas en las metodologías aprobadas por la JD

Actividad		Metodología AR-AM000X							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Consumo de combustible		Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Desplazamiento actividades	Ganaderas	No	No	Sí	Sí	Sí	No	No	No
	Agrícolas	No	No	No	Sí	Sí	No	No	No
	Consumo de leña	No	No	Sí	Sí	Sí	No	Sí	No
Desplazamiento personas sin desplazamiento actividad		No	No	No	No	No	No	Sí	No
Uso de postes madera en cercados		No	No	Sí	Sí	No	No	Sí	No
Producción de forraje		No	No	No	No	No	Sí	No	No

Al igual que en el caso de las emisiones, un desarrollador de proyecto que haya seleccionado una metodología aprobada por la JD porque se ajusta a las características de su proyecto deberá ceñirse a las fuentes de fuga establecidas en dicha metodología. En caso de que ninguna metodología se ajuste al proyecto (por ejemplo, el proyecto tiene más fuentes de fuga que las descritas en la metodología) y el desarrollador se vea en la situación de proponer una nueva metodología, se deberá hacer un estudio de todas las fuentes de fuga potenciales.

6.7 ¿Cómo se estiman y monitorean las fugas?

Al igual que para el caso de estimaciones, los proyectos forestales MDL requieren de estimaciones previas y de cálculos posteriores de fugas.

6.7.1 Estimaciones previas

Cada una de las metodologías aprobadas determina en la sección II.8³⁵ (Leakage) las ecuaciones para realizar los cálculos necesarios para la estimación de fugas. La información necesaria para la realización de los cálculos se obtiene de las mismas fuentes que para el caso de estimaciones (estadísticas locales y nacionales, experiencia técnica, fuentes bibliográficas, experiencias de proyectos similares, factores por defecto IPCC, etc.).

donde:

$LK_{Vehicle,CO_2,t}$	Incremento de emisiones totales de CO ₂ fuera de los límites del proyecto debidas a la combustión de combustibles fósiles por vehículos	t CO ₂ -e/año
V	Tipo de vehículo	V=número total de vehículos
F	Tipo de combustible	F= número total de tipos
EF _{vf}	Factor de emisión de CO ₂ por vehículo (v) y combustible (f)	Kg CO ₂ /litro
FuelConsumption _{nvf,t}	Consumo de combustible por vehículo (v), combustible (f) y tiempo (t)	Litro*
nvf,t	Número de vehículos en el tiempo t	Número
kvf,t	Distancia recorrida por vehículo (v) y combustible (f) en el tiempo t	Km
evf	Eficiencia de combustible (f) para cada vehículo (v)	Litro/km

*El consumo de combustible se puede obtener directamente de información de consumo en litros o a partir distancias recorridas según la fórmula presentada anteriormente.

³⁵ Se refiere a la sección II.8 de la metodología; no se refiere a una sección de esta guía.

³⁶ La sección III.7 se debe buscar en la metodología; no se refiere a una sección de esta guía.

6.7.2 Estimaciones posteriores

Para las estimaciones posteriores de fugas deben seguirse las pautas indicadas en la sección III.7³⁶ (Leakage) de la metodología seleccionada, donde se indican los pasos a seguir para el monitoreo y obtención de parámetros. Cada metodología también define la frecuencia del monitoreo de cada fuga. La información del cuadro 12 puede servir de referencia para determinar las mediciones y frecuencias de monitoreo para las distintas fuentes de fugas. De nuevo, la herramienta Taram puede ser útil para realizar el cálculo de fugas en un proyecto forestal MDL que aplique alguna de las metodologías aprobadas por la JD (acápites 5.18).

Ejemplo: Cálculo de fugas por consumo de combustible en un proyecto que utiliza la metodología AR-AM0005.

Paso 1: Obtener la ecuación correspondiente de la metodología elegida

$$LK_{Vehicle,CO_2,t} = \sum_{v=1}^V \sum_{f=1}^F \frac{(EF_{vf} \cdot FuelConsumption_{vf,t})}{1000}$$

$$FuelConsumption_{vf,t} = n_{vf,t} \cdot k_{vf,t} \cdot e_{vf}$$

Paso 2: Toma de datos

Los datos para realizar las estimaciones previas de los parámetros nvf,t , kvf,t y evf deben ser aportados por el desarrollador del proyecto. La información para realizar las estimaciones posteriores debe provenir de monitoreos. En cuanto a

los factores de emisión, las metodologías suelen indicar dónde obtenerlos. Se aconseja el uso de datos locales, nacionales o por defecto del IPCC. La política general es tratar de utilizar parámetros lo más ajustados posible al caso del proyecto (cuadro 16).

Cuadro 16. Datos para el cálculo de fugas por consumo de combustible fósil

Año	V	F	EF _v	$nvf_{,t}$	$kvf_{,t}$	evf
1	Tractor	Diesel	2,83	4	40	0,13
	Camión	Diesel	2,73	2	80	0,11
	Vehículo 4x4	Gasolina	2,33	1	60	0,1
		Diesel	2,8	1	60	0,09
2	Tractor	Diesel	2,83	3	30	0,13
	Camión	Diesel	2,73	2	70	0,11
	Vehículo 4x4	Gasolina	2,33	2	80	0,1
		Diesel	2,8	1	80	0,09

donde:

V = Tipo de vehículo

F = Tipo de combustible

EF_v = Factor de emisión de CO₂ por vehículo (v) y combustible (f)

nvf = Número de vehículos

Paso 3: Realización de los cálculos

- $FuelConsumption_{tractor,diesel,2} = n_{tractor,diesel,2} \cdot K_{tractor,diesel,2} = 3 \cdot 30 \cdot 0,13 = 11,7$
- $FuelConsumption_{camión,diesel,2} = n_{camión,diesel,2} \cdot K_{camión,diesel,2} = 2 \cdot 70 \cdot 0,11 = 15,4$
- $FuelConsumption_{vehículo4x4,gasolina,2} = n_{vehículo4x4,gasolina,2} \cdot K_{vehículo4x4,gasolina,2} = 2 \cdot 80 \cdot 0,1 = 16,0$
- $FuelConsumption_{vehículo4x4,diesel,2} = n_{vehículo4x4,diesel,2} \cdot K_{vehículo4x4,diesel,2} = 1 \cdot 80 \cdot 0,09 = 7,2$
- $LK_{Vehicle,CO2,2} = (EF_{tractor,diesel,2} \cdot FuelConsumption_{tractor,diesel,2} + EF_{camión,diesel,2} \cdot FuelConsumption_{camión,diesel,2} + EF_{vehículo4x4,gasolina,2} \cdot FuelConsumption_{vehículo4x4,gasolina,2} + EF_{vehículo4x4,diesel,2} \cdot FuelConsumption_{vehículo4x4,diesel,2}) / 1000 = (2,83 \cdot 11,7 + 2,73 \cdot 15,4 + 2,33 \cdot 16 + 2,8 \cdot 7,2) / 1000 = 0,132593$ (Cuadro 17).

6.8 ¿Cómo se determina si una fuente de emisión o fuga es significativa?

Las metodologías aprobadas por la JD del MDL determinan valores porcentuales de significación, por debajo de los cuales las fuentes (emisiones, fugas o disminuciones de existencias) no deben ser consideradas. Estos valores porcentuales suelen estar referidos a conceptos como: emisiones totales, remociones antropogénicas netas, etc. (UNFCCC 2007), con el propósito de unificar estos criterios de selección, ha publicado una herramienta en la que se definen los procesos a seguir para la selección de fuentes de emisión, fuga y disminuciones de existencias: http://cdm.unfccc.int/EB/031/eb31_repan16.pdf. La herramienta presenta una metodología sencilla basada en el cálculo del porcentaje de cada fuente de emisión, fuga y disminución de existencias; con ella se logra

Cuadro 17. Cálculo de fugas por consumo de combustible fósil

Año	v	f	$n_{vf,t} \cdot kv_{f,t} \cdot ev_f =$ FuelConsumption $_{vf,t}$	EF $_{vf}^*$ FuelConsumption $_{vf,t}/1000$	LKVehicle, CO $_2$,t anual	LKVehicle, CO $_2$,t acumulado
1	Tractor	Diesel	20,8	0,058864	0,136012	0,136012
	Camión	Diesel	17,6	0,048048		
	Vehículo 4x4	Gasolina	6,0	0,01398		
		Diesel	5,4	0,01512		
2	Tractor	Diesel	11,7	0,033111	0,132593*	0,268605
	Camión	Diesel	15,4	0,042042		
	Vehículo 4x4	Gasolina	16,0	0,03728		
		Diesel	7,2	0,02016		

* Detalle de cálculo del valor anual de LKVehicle, CO $_2$ en el año 2 de proyecto: en el segundo año de proyecto hay tres tipos de vehículos (v) y dos tipos de combustible (f), cada uno con su correspondiente eficiencia, número de vehículos y distancia por vehículo.

determinar los valores menores del total de las emisiones, fugas y disminuciones de existencias y del total de las remociones netas antropogénicas (cuadro 18).

Calculados los porcentajes relativos de cada fuente, se ordenan las mismas de forma creciente de porcentaje y se realiza la suma acumulada de proporciones. Se clasifica como no significativo el conjunto de fuentes cuya suma acumulada represente menos del 5%. Los cálculos para determinar las emisiones, fugas y pérdidas de biomasa significativas deben realizarse tanto en las estimaciones previas al inicio del proyecto como para los cálculos posteriores. Es importante que los factores de emisión, utilizados por defecto provenientes del IPCC, sean los mismos para los cálculos previos y posteriores.

Planteadas las diferentes situaciones, el resultado del análisis de significancia de las fuentes sería:

Caso A: Todas las fuentes de emisión son significativas debido a que la de menor proporción respecto al total de emisiones es la Emisión A, con un valor mayor al 5% de las emisiones totales (suponiendo que estas sean menores que las remociones netas antropogénicas).

Caso B: Al menos una fuente de emisión no es significativa.

Caso B.1: No son significativas la Fuga B y la Emisión B (suman el 3%). La Fuga D es significativa, ya que junto a las anteriores tiene una proporción acumulada mayor del 5% de las emisiones totales (1763 tCO $_2$ e).

Caso B.2: No es significativa únicamente la Emisión B, puesto que la Fuga B suma con la anterior más del 5% de las remociones antropogénicas netas (800 tCO $_2$ e).

6.9 Preguntas sobre especies fijadoras de nitrógeno y su impacto sobre los gases de efecto invernadero

6.9.1 ¿Por qué la utilización de especies fijadoras de nitrógeno atmosférico (N $_2$) producen emisiones de óxido nitroso (N $_2$ O)?

Las emisiones globales de óxido nitroso (N $_2$ O) se deben, en un 90%, a procesos microbiológicos en suelos (Grageda-Cabrera et al. 2004). La nitrificación (oxidación de NH $_4$ + a NO $_3$ -) y desnitrificación (reducción de NO $_3$ - a N $_2$ O o N $_2$) son los principales procesos microbianos involucrados en la emisión de N $_2$ O y N $_2$ (Knowles 1982) (figura 15). El aumento de las entradas de N $_2$ en el suelo, debido a la utilización de plantas fijadoras de N $_2$ en una plantación, puede producir un incremento en las

Cuadro 18. Ejemplos de selección de fuentes en función de su nivel de significación

Datos sin ordenar						
Tipo de fuente	Valor tCO ₂ e	Prop.	Tipo de fuente	Valor tCO ₂ e	Prop.	Prop. acum.
Fuga A	350	12%	Emisión A	175	6%	6%
Fuga B	425	15%	Fuga D	200	7%	13%
Fuga C	750	27%	Fuga A	350	12%	25%
Fuga D	200	7%	Dism. exist. A	420	15%	40%
Emisión A	175	6%	Fuga B	425	15%	55%
Emisión B	500	18%	Emisión B	500	18%	73%
Dism. exist. A	420	15%	Fuga C	750	27%	100%
TOTAL EMISIONES	2820	100%				

Tipo de fuente	Valor tCO ₂ e	Prop.	Caso B.1		Caso B.2	
			Prop.	Prop. acum.	Prop.*	Prop. acum.
Emisión B	15	1%	1%	1%	2%	2%
Fuga B	35	2%	2%	3%	4%	6%
Fuga D	63	4%	4%	7%	8%	14%
Fuga A	80	5%	5%	12%	10%	24%
Emisión A	300	17%	17%	29%	38%	62%
Dism. exist. A	420	24%	24%	53%	53%	115%
Fuga C	850	47%	47%	100%	106%	221%

Tipo de fuente	Valor tCO ₂ e	Prop.
Fuga A	80	5%
Fuga B	35	2%
Fuga C	850	47%
Fuga D	63	4%
Emisión A	300	17%
Emisión B	15	1%
Dism. exist. A	420	24%
TOTAL EMISIONES	1763	100%

* Proporción respecto a las remociones antropogénicas netas

Dism. exist.= Disminución existencia

Prop.= Proporción

Prop. acum.= Proporción acumulada

CASO B.1: El total de las remociones antropogénicas netas es 3000 tCO₂e, mayor que las emisiones totales (cálculo realizado respecto a emisiones totales)

CASO B.2: El total de las remociones antropogénicas netas es 800 tCO₂e, menor que las emisiones totales (cálculo realizado respecto a remociones netas)

emisiones de N₂O a la atmósfera y, en consecuencia, un aumento de las emisiones de GEI totales. Las plantas fijadoras de N₂ (como por ejemplo las leguminosas) deben esta propiedad a su capacidad para establecer relaciones simbióticas con bacterias fijadoras de N₂, que son las que realmente llevan a cabo el proceso de fijación.

En la actualidad, todavía es escasa la bibliografía científica disponible sobre el efecto real que tiene la utilización de este tipo de plantas en las emisiones finales de N₂O y cómo se cuantifican dichas emisiones en un proyecto forestal MDL, en especial para el caso de las especies arbóreas (UNFCCC 2003; Rochette y Janzen 2005).

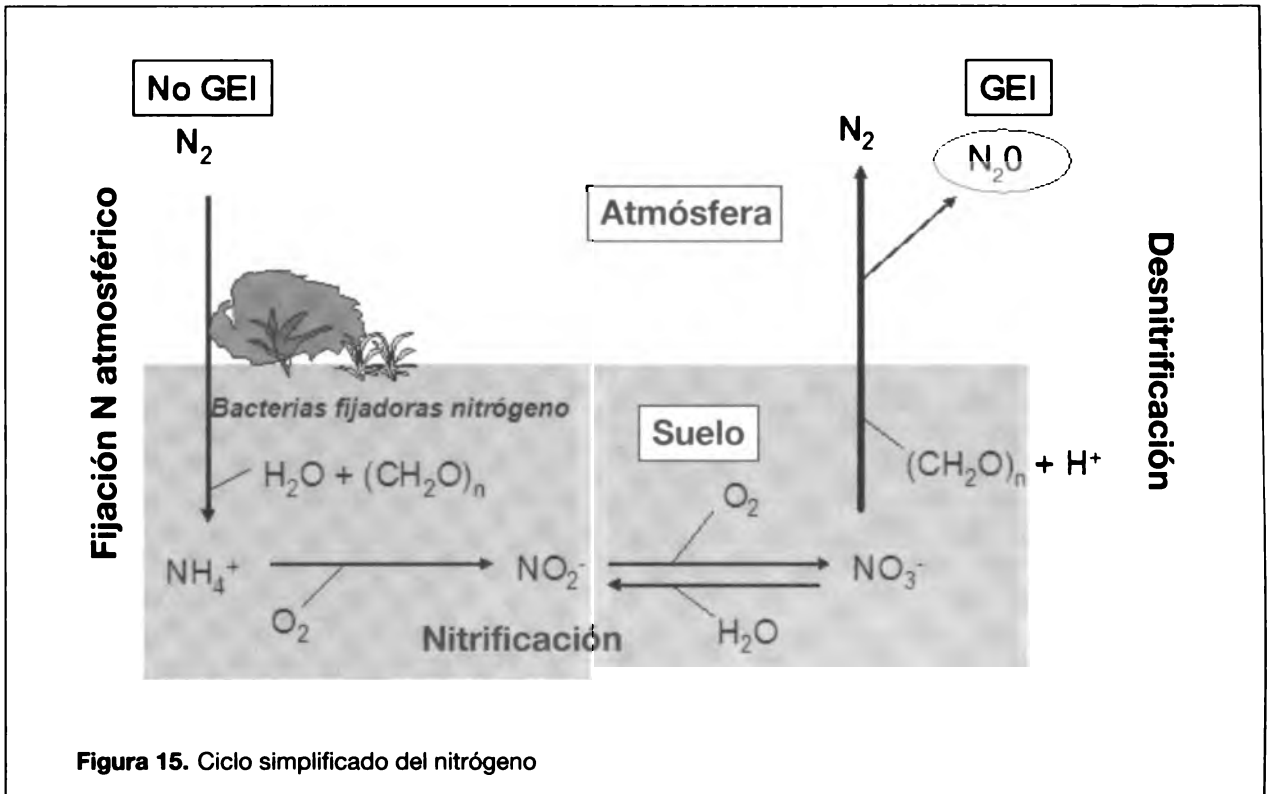


Figura 15. Ciclo simplificado del nitrógeno

6.9.2 ¿Se tienen que considerar siempre las emisiones producidas por la utilización de especies fijadoras de nitrógeno atmosférico?

Las emisiones causadas por una plantación realizada con especies fijadoras de N_2 se tienen que considerar si se estima que son significativas. Hasta la fecha, sólo existen dos metodologías aprobadas por la JD que proporcionan los cálculos para realizar dichas estimaciones (AR-AM0006 y AR-AM0008). En el resto de las metodologías aprobadas se especifica que la cantidad de especies fijadoras en el proyecto no es significativa y por tanto, las emisiones pueden ser despreciadas en las estimaciones generales del proyecto (AR-AM0003, AR-AM0004, AR-AM0005 y AR-AM0007) o no mencionan que existen emisiones a partir de especies fijadoras de nitrógeno (AR-AM0001 y AR-AM0002) (ver acápite 6.8 "¿Cómo se determina si una fuente de emisión o fuga es significativa?"). La metodología AR-AM0006 sólo considera las estimaciones debidas a cultivos y

arbustos fijadores de N_2 , y la metodología AR-AM0008 considera únicamente especies arbóreas fijadoras de N_2 .

6.9.3 ¿Cómo se estiman las emisiones producidas por la utilización de especies fijadoras de nitrógeno atmosférico?

Los cálculos que proporcionan las metodologías AR-AM0006 y AR-AM0008 para estimaciones *ex ante* están basados en la Guía de Buenas Prácticas (IPCC 1996, IPCC 2000) y en la Guía para Inventarios Nacionales de GEI (IPCC 2006), y se refieren a cultivos, arbustos y árboles. Las ecuaciones concretas para el cálculo de emisiones por uso de especies fijadoras se encuentran en las metodologías citadas (AR-AM0006 y AR-AM0008).

Ejemplo: Cálculo de emisiones por utilización de especies fijadoras de nitrógeno en un proyecto que utiliza la metodología AR-AM0006.

Paso 1: Obtener la ecuación correspondiente de la metodología elegida

$$N_2O_{N_{fijador},t} = (F_{BN,t} + F_{SBN,t}) \cdot EF_l \cdot 44/28 \cdot GWP_{N_2O}$$

$$F_{BN,t} = \sum_i \sum_j \sum_k (Cultivo_{BF_i,t} \cdot Cultivo_{RA_k} \cdot Cultivo_{NCRBF_k} \cdot A_{ijk})$$

$$F_{SBN,t} = \sum_i \sum_j \sum_k (\Delta B_{AB_{matorral_{i,j,t}}} \cdot LF_k \cdot Matorral_{NCRBF_k} \cdot A_{ijk})$$

donde:

$N_2O_{N_{fijador},t}$	Incremento anual de las emisiones de N_2O producido por el cultivo y plantación de especies fijadoras de N en el año t	T $CO_2e/año$
$F_{BN,t}$	Cantidad de nitrógeno fijado por los cultivos anuales, en el año t	t N/año
$F_{SBN,t}$	Cantidad de nitrógeno fijado por los matorrales plantados, en el año t	t N/año
EF_l	Factor de emisión por entradas de N	t (N_2O-N)/t entradas N (valor por defecto del IPCC=0,0125)
$Cultivo_{BF_{k,t}}$	Cantidad de semilla en cultivo fijador de N por hectárea y por tipo de cultivo, en el año t	t materia seca/(ha·año)
$Cultivo_{RA_{k}}$	Fracción de materia seca en la biomasa aérea de cultivos para cada tipo de cultivo	Adimensional
$Cultivo_{NCRBF_{k}}$	Fracción de biomasa de cultivo que es nitrógeno para un tipo de cultivo concreto	Adimensional
A_{ijk}	Área de cultivos o matorrales fijadores de N_2 , por estrato i, sustrato j, tipo de cultivo o especie	ha
$\Delta B_{AB_{matorral_{ijk},t}}$	Cambios en las existencias anuales de biomasa área por estrato i, sustrato j y especie de arbusto, en el año t	t de materia seca/ (ha·año)

LF_k	Fracción de biomasa foliar respecto a la biomasa aérea del matorral fijador de N	Adimensional
$Matorral_{NCRBFk}$	Fracción de N en la biomasa de matorral fijador de N por especie	Adimensional
GWP_{N_2O}	Potencial de calentamiento global para N_2O . kg $CO_2/kg N_2O$	Valor por defecto del IPCC=310
$44/28$	Proporción entre los pesos moleculares de N_2O y nitrógeno	Adimensional

Los distintos parámetros requeridos por las fórmulas pueden obtenerse mediante estudios específicos o la bibliografía existente. En este último caso, la metodología AR-AM0006 recomienda utilizar los valores por defecto definidos por cada país para parámetros Cultivo RA k, Cultivo NCRBF k y Matorral NCRBFk. Si no existen dichos valores, se recomienda utilizar los publicados en la tabla 4.16 de la *Guía de Buenas Prácticas* (IPCC 2000), o tabla 4.19 del manual de referencia del IPCC (1996) o en las tablas de la *Guía de Buenas Prácticas* (IPCC 2006). También se recomienda utilizar los valores nacionales del *EFI* siempre que sea posible y si no se puede utilizar el valor por defecto sugerido en la *Guía de Buenas Prácticas* (IPCC 2000, IPCC 2006).

Paso 2: Toma de datos

El proyecto tiene dos tipos de plantaciones de matorral con especies fijadoras (tipo A y tipo B) y son plantadas en el único estrato de línea base existente. La especie tipo A se planta en una superficie total de 300 ha en tres años consecutivos (100 ha/año) y la especie tipo B se siembra en dos años, 300 ha el primero y 200 ha el segundo. Partiendo de la información del proyecto es necesario además obtener información sobre la fracción de biomasa foliar de cada tipo de matorral (LF_k), la fracción de nitrógeno en biomasa de matorral ($Matorral_{NCRBFk}$) y los cambios en las existencias anuales de la biomasa aérea ($\Delta B_{AB_{matorral_{ijk},t}$) (cuadros 19, 20 y 21).

Cuadro 19. Ejemplo de datos de cambios en las existencias anuales de la biomasa aérea para cada año de plantación

Edad de plantación	$\Delta B AB_{matorral\ ijk}$, t	
	tipo A (t/ha)	tipo B (t/ha)
1	0,8	1
2	1	1,2
3	0,8	0,8
4	0,2	0,2
5	0,2	0,2

Cuadro 20. Ejemplo de datos de cambios en las existencias anuales de la biomasa aérea por superficie de plantación para cada año de proyecto

Año de proyecto	$\Delta B AB_{matorral\ ijk}$, t- A ijk						
	Matorral tipo A				Matorral tipo B		
	plantado año 1	plantado año 2	plantado año 3	Total	plantado año 1	plantado año 2	Total
1	80			80	300		300
2	100	80		180	360	200	560
3	80	100	80	260	240	240	480
4	20	80	100	200	60	160	220
5	20	20	80	120	60	40	100

Cuadro 21. Ejemplo de fracción de biomasa foliar y fracción de nitrógeno en biomasa para cada tipo de matorral

	Tipo de matorral	
	A	B
LF k	0,8	0,77
MatorralNCRBFk	0,01	0,008

Paso 3: Realización de los cálculos

Con base en las fórmulas de la metodología AR-AM0006 se obtuvieron los resultados (cuadro 22).

Cuadro 22. Resultados del ejemplo

Año de proyecto	FSBN, t	N ₂ ON fixing, t	
		Anual	Acumulado
1	2,49	15,2	15,2
2	4,89	29,8*	44,9
3	5,04	30,7	75,6
4	2,96	18,0	93,6
5	1,58	9,6	103,2

*Detalle de cálculo del valor anual de N₂ON fixing,t2 en el año 2 de proyecto:

- LF k: tipo A=0,8, tipo B =0,77
- MatorralNCRBFk: tipo A=0,01, tipo B=0,008
- ΔB ABmatorral ijk, t=ver tabla 12
- A ijk: Único,año1,tipoA=100, Único,año2,tipoA =100, Único,año3,tipoA =100, Único,año1,tipoB =300, Único,año2,tipoB =200
- F SBN, 2=

$$\sum_i \sum_j \sum_k (\Delta B_{AB_matorral_{ijk,t}} \cdot LF_k \cdot Matorral_{NCRBF_k} \cdot A_{ijk}) =$$

$$(1 \cdot 0,8 \cdot 0,01 \cdot 100) + (0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,01 \cdot 100) + (1,2 \cdot 0,77 \cdot 0,008 \cdot 300) + (1 \cdot 0,77 \cdot 0,008 \cdot 200) = 4,89$$
- EFI=0,0125
- GWPN2O=310
- 44/28
- F BN, t=0 (no se consideran cultivos agrícolas en el ejemplo)
- Cultivo RA k=0 (no se consideran cultivos agrícolas en el ejemplo)
- Cultivo NCRBF k=0 (no se consideran cultivos agrícolas en el ejemplo)
- Cultivo BF k, t=0 (no se consideran cultivos agrícolas en el ejemplo)
- N₂O fixing, 2= $(F_{BN,2} + F_{SBN,2}) \cdot EF_l \cdot 44 \cdot 28 \cdot GWP_{N_2O} =$

$$(0+4,89) \cdot 0,0125 \cdot 44/28 \cdot 310 = 29,8$$

6.10 Bibliografía

Grageda-Cabrera, OA; Medina-Cázares, T; Aguilar-Acuña, JL; Hernández-Martínez, M; Solís-Moya, E; Aguado-Santacruz, GA; Peña-Cabriales, JJ. 2004. Pérdidas de nitrógeno por emisión de N₂ y N₂O en diferentes sistemas de manejo y con tres fuentes nitrogenadas. *Agrociencia* 38: 625-633.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 1996. Good practice guidance for land use, land-use change and forestry. Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, CH.

_____. 2000. Good practice guidance for land use, land-use change and forestry. Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, CH.

_____. 2003. Good practice guidance for land use, land-use change and forestry. Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, CH.

_____. 2006. Guidelines for national greenhouse gas inventories. Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, CH.

Knowles, R. 1982. Denitrification. *Microbiol Rev* 46: 43-70.

Rochette, P; Janzen, HH. 2005. Towards a revised coefficient for estimating N₂O emissions from legumes. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 73:171-179.

UNFCCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático). 2005. Clarifications regarding methodologies for afforestation and reforestation CDM project activities. Annex 15. EB 22.

_____. 2007. Tool for testing significance of GHG emissions in A/R CDM project activities (Version 01). Annex 15. EB 31.



7 Preguntas frecuentes sobre impactos socioeconómicos y ambientales en proyectos forestales MDL

*Bruno Locatelli y **Zenía Salinas

*Centro Internacional de Investigación Agronómica para el Desarrollo, CIRAD-CATIE

**Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE

7.1 ¿A quién está dirigida esta sección de la guía? ¿Cómo está organizada?

Esta sección está dirigida a desarrolladores de proyectos forestales MDL que buscan información sobre cómo valorar la contribución de un proyecto específico al desarrollo sostenible del país huésped. La guía enfatiza la importancia de considerar los impactos de los proyectos forestales MDL en las dimensiones del desarrollo sostenible más allá de la mitigación del cambio climático; se ofrece una breve tipología de posibles impactos socioeconómicos y ambientales, tanto positivos como negativos, causados por estos proyectos a nivel local, principalmente (acápites 7.2, 7.3 y 7.4).

Después de mencionar los diferentes grupos involucrados en la vigilancia de los impactos (acápites 7.5), la guía entra en el uso de esquemas sistemáticos para la definición de los aspectos importantes a monitorear. El acápite 7.6 presenta los aspectos básicos para el desarrollo y uso de estándares para la definición y monitoreo de indicadores relacionados con el desarrollo sostenible en el contexto de los proyectos forestales MDL; el 7.7 presenta un estándar desarrollado a nivel internacional para este propósito. El acápite 7.8

resume el procedimiento requerido para incluir el tema en el ciclo de aprobación de proyectos; se ofrece información sobre las competencias de las autoridades nacionales en la evaluación de dichos impactos y los procedimientos que se siguen para valorar la contribución de los proyectos al desarrollo sostenible en algunos países de América Latina (acápites 7.9 y 7.10). Los acápites 7.11, 7.12, 7.13 y 7.14 desarrollan aspectos metodológicos para incluir el tema en los DDP; se analizan los requerimientos establecidos por la JD del MDL en cuanto al proceso de consulta con los actores locales y algunos métodos que pueden ser utilizados para este proceso. También se incluye información y ejemplos de herramientas que pueden ser útiles para llevar a cabo un proceso de diseño participativo del proyecto. El acápite 7.18 presenta un resumen de las recomendaciones para el desarrollo de proyectos.

La guía no ofrece análisis exhaustivos de los diferentes enfoques, métodos y herramientas para hacer un análisis de impactos, ni para hacer la consulta a los actores locales; más bien desarrolla un esquema conceptual y operativo, remitiendo a los desarrolladores de proyectos a la literatura en donde encontrarán información detallada (acápites 7.19).

7.2 ¿Por qué es importante el tema de los impactos de los proyectos MDL sobre el desarrollo sostenible?

La importancia de abordar los impactos de los proyectos MDL sobre el desarrollo sostenible se puede entender desde tres perspectivas. La primera se relaciona con la concepción misma del MDL. Este mecanismo ha sido concebido tanto para mitigar el cambio climático como para contribuir al desarrollo sostenible³⁷ de los países anfitriones (aunque muchas discusiones han tratado sobre el primer objetivo y pocas el segundo). Así, los proyectos MDL deben tener un objetivo de desarrollo sostenible y procurar un manejo adecuado de los recursos naturales—incluida la biodiversidad (Decisión 11/CP7)—para mejorar los modos de vida locales.

La segunda se relaciona con los requisitos para la aprobación de los proyectos. La autoridad nacional del país huésped debe evaluar los impactos de los proyectos como un requisito para extender la respectiva carta de aprobación nacional. Esto significa que los proyectos tienen que cumplir con requisitos relacionados con sus impactos en el desarrollo sostenible (ver acápite 7.8); lo contrario puede causar retrasos en su proceso de validación (Cd4Cdm 2005). Además, hay organizaciones internacionales que vigilan estos impactos para evitar un “dumping” social y ambiental en el MDL.

La tercera está relacionada con los beneficios que puede obtener el proyecto al buscar impactos positivos sobre el desarrollo sostenible en sus dimensiones socioeconómica y ambiental. Por ejemplo, se puede mejorar la viabilidad interna, generando co-beneficios y reduciendo los riesgos, gracias a una mejor aceptación social local y a una mejor resiliencia ecológica. Un proyecto que demuestra altos impactos positivos puede atraer inversionistas interesados en proyectos con beneficios múltiples, como agencias de desarrollo u organizaciones conservacionistas. Puede también resultar más atractivo en el mercado del carbono,

al presentar menos riesgo y ser menos susceptible a las críticas sobre los impactos de los proyectos forestales MDL.

7.3 ¿Qué tipos de impactos socioeconómicos puede tener un proyecto MDL de FR?

Un proyecto MDL de FR puede tener impactos socioeconómicos positivos y negativos importantes que afecten de manera directa el modo de vida de las comunidades rurales. Decisiones como en cuáles tierras se establecerán nuevos bosques, quiénes y cuántos se verán beneficiados o afectados por el cambio de uso, qué tipo de bosques se establecerán y quiénes se beneficiará de ellos son muy importantes para la seguridad alimentaria de las familias altamente dependientes de actividades de uso de la tierra y para su acceso a los servicios ambientales que los bosques proveen (como la conservación del agua, suelos o la biodiversidad).

Un proyecto forestal MDL tiene el potencial de contribuir directamente a mejorar los modos de vida locales de varias formas. Algunos ejemplos de los impactos socioeconómicos positivos que puede lograr son:

- Creación de empleo
- Mejora de la productividad de la tierra
- Mejora del acceso a los bienes y servicios ambientales y de la equidad en el uso de los recursos
- Desarrollo de capacidades locales y fortalecimiento institucional, desarrollo de la organización social y participación ciudadana
- Incremento en la inversión social al nivel municipal y regional
- Diversificación de la producción rural
- Aumento y diversificación del ingreso, mejora en los flujos de capital
- Aumento de las oportunidades de ahorro
- Reducción de la emigración y desplazamiento de los pobladores rurales
- Apertura de nuevos mercados y posicionamiento de productos agrícolas y forestales en mercados internos y externos

³⁷ “Aquel desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades” (Principio 3º de la Declaración de Río, 1992).

- Contribución a la adaptación de la agricultura y los ecosistemas al cambio climático

Sin embargo, sin el diseño adecuado, los proyectos MDL pueden tener **impactos socioeconómicos negativos** para las comunidades locales. Las críticas al MDL forestal citan a menudo posibles impactos adversos sobre la tenencia de la tierra y los medios de vida (por ejemplo, el uso de tierras comunales), o sobre la subordinación de los intereses de las comunidades a los intereses industriales (por ejemplo, la reducción de los costos de operación con pagos mínimos por mano de obra o tierra, o el desplazamiento de comunidades o pequeños propietarios). En general, las críticas a los proyectos de forestación y reforestación se centran en los siguientes argumentos:

- Aumento de la desigualdad: un programa nacional de apoyo a la reforestación podría favorecer a los inversionistas y no a las comunidades rurales; además, las tierras nacionales podrían adjudicarse para plantaciones industriales sin reconocimiento de los derechos de las comunidades.

- Detrimiento de la soberanía: las empresas forestales internacionales podrían decidir el futuro de los recursos naturales.
- Empobrecimiento de los modos de vida locales: la eventual degradación del capital natural (suelos, agua y biodiversidad) representaría un costo que tendría que ser asumido a largo plazo por las comunidades más pobres; las comunidades podrían ser desplazadas a tierras marginales.
- Aumento de conflictos locales: los conflictos podrían surgir entre participantes y no participantes en el proyecto, o entre locales e inmigrantes empleados en el proyecto.
- Disminución de la calidad y cantidad del empleo: aumento de la temporalidad, estacionalidad e informalidad; reducción de las remuneraciones y beneficios sociales en relación a otras alternativas.

A menudo, las críticas son muy generales, se apoyan en pocos casos documentados y no toman en cuenta que la reforestación en el contexto del MDL puede ser mucho más que plantaciones forestales industriales de gran escala. Además, si tienen un

Cuadro 23. Ejemplo de impactos de distintos tipos de proyectos forestales en la equidad

Tipo de proyecto	Plantación industrial de gran escala	Agroforestería, plantaciones forestales comunitarias	Regeneración forestal o rehabilitación
(Tipo de beneficiarios)	(Industria, gobierno, consumidores de productos forestales)	(Comunidades locales, consumidores de los productos forestales)	(Comunidades locales, beneficio global-biodiversidad)
Influencia de los actores locales en las decisiones de manejo de la tierra	++	+++	+++
	Decisiones principales generalmente tomadas por las compañías		
Beneficios para los modos de vida locales	+ a ++	+++	++
	Empleo y servicios sociales proveídos por la compañía	Ingresos por venta de madera, consumo, impactos positivos sobre los cultivos y/o ganadería	Producción de productos forestales para el uso, ingresos
Riesgos para los modos de vida locales	+++	+	+
	Pérdida de acceso a la tierra y a los bosques, deterioro de fuentes de productos no maderables, reubicación involuntaria de comunidades	Las especies y la configuración del sistema forestal o agroforestal puede ser compatible con otras necesidades	Exclusión del uso de la tierra para cultivos o ganadería, distribución desigual de beneficios

+++ Alta ++ Medio +Bajo

Fuente: Adaptado de Smith, J y Scherr S.J. (2002)

buen diseño y si los marcos regulatorios nacionales son adecuados, los proyectos industriales pueden también tener impactos socioeconómicos positivos, si se orientan a la producción de madera de calidad y a la obtención de productos industriales de alto valor agregado.

El tipo de actividad de proyecto influye en sus impactos socioeconómicos (cuadro 23); sin embargo este no es el único factor a tomar en cuenta. El contexto local y el diseño del proyecto cuentan mucho. El reto es diseñar proyectos MDL que reduzcan al mínimo la probabilidad de efectos negativos y que contribuyan a mejorar los modos de vida rurales.

7.4 ¿Qué tipos de impactos ambientales puede tener un proyecto MDL de FR?

Además de brindar un servicio ambiental de mitigación del cambio climático, los proyectos de forestación y reforestación pueden tener **impactos positivos** sobre otras dimensiones ambientales (sustentados en abundante literatura científica). Por ejemplo:

- Conservación de suelos y agua en cuencas y zonas degradadas
- Restablecimiento de conectividad entre zonas boscosas y creación de zonas de amortiguamiento alrededor de las mismas
- Creación y diversificación de hábitat forestales en el paisaje
- Reducción de presión sobre el bosque natural, por la provisión de bienes forestales

Sin embargo, los proyectos de forestación y reforestación bajo el MDL son objeto de controversias en lo que respecta a sus impactos ambientales. La gran mayoría de las críticas se refieren a plantaciones industriales de monocultivos, intensivas y de gran escala, a menudo con especies exóticas. Las críticas no son recientes (sobre todo para plantaciones de eucalipto y pino), pero se han reactivado por la inclusión de proyectos de forestación y reforestación en el MDL y se centran en algunos **impactos negativos** (que también encuentran argumentos en la literatura científica), tales como:

- Reducción de la biodiversidad, por la destrucción de bosques naturales o de pastizales biodiversos para establecer plantaciones, generalmente monocultivos
- Disminución de la disponibilidad de agua, por la mayor evapotranspiración de los árboles bajo manejo intensivo, reducción de la interceptación de agua de lluvia, disminución del rendimiento hídrico de las cuencas por menor escorrentía y contaminación por agroquímicos
- Degradación de suelos, por su acidificación, esterilización y erosión debida a las especies utilizadas en las plantaciones, la manera de plantarlas (plantación en línea) y los modos de aprovechamiento (tala rasa)

A menudo, las críticas comparan una plantación con un bosque natural y concluyen que la biodiversidad o la protección de los suelos es menor en una plantación. Sin embargo, cuando las plantaciones se implementan sobre pastizales degradados, tierras erosionadas y degradadas o tierras sometidas a monocultivos agrícolas sostenidos (como es en la mayor cantidad de casos), habría que comparar los impactos de un proyecto MDL con una línea base establecida con rigor *in situ*. La percepción de los impactos ambientales de un proyecto forestal MDL depende de la situación socioeconómica local; un mismo impacto puede ser visto como negativo, positivo o neutro por diferentes actores. Además, el contexto biofísico también puede condicionar los impactos:

- La ubicación: por ejemplo, un proyecto en zonas altas de una cuenca tendrá impactos diferentes sobre el ciclo hidrológico en comparación con un proyecto aguas abajo.
- Los suelos: un proyecto en tierras degradadas puede restaurar suelos y traer impactos positivos sobre una cuenca.
- El paisaje: el impacto de un proyecto sobre la biodiversidad depende de la conectividad ecológica de los diferentes elementos del paisaje, la proximidad de áreas protegidas o la asociación con otros cultivos o ecosistemas en un paisaje.
- Las especies y el manejo: muchas prácticas silviculturales influyen sobre el impacto ambiental de una plantación, tales como las especies utilizadas (exóticas o nativas, coníferas o latifoliadas, etc.), la diversidad de especies

(plantación mezclada o pura), los métodos de aprovechamiento de los árboles (tala rasa o tala selectiva) o el manejo del sotobosque (chapeo intensivo o no).

7.5 ¿Quiénes vigilan el MDL y sus impactos sobre el desarrollo sostenible?

Muchos actores de diferentes niveles intervienen en el tema de los impactos del MDL sobre el desarrollo sostenible. Por ejemplo, la AND evalúa los impactos de los proyectos en las tres etapas del ciclo de aprobación del proyecto (ver acápites 7.8, 7.9 y 7.10). Otros actores, como propietarios de fincas, organizaciones de productores y grupos indígenas, tienen la oportunidad de opinar sobre el proyecto y de que sus comentarios sean tomados en cuenta en el diseño (acápite 7.8.1).

Las ONG internacionales y locales que defienden los intereses de las comunidades locales y de la biodiversidad dentro del MDL también son actores de peso. Algunas ONG reunidas en organizaciones como CDM Watch³⁸ o SinksWatch juegan un papel importante en la vigilancia de los proyectos MDL y denuncia de potenciales impactos negativos sobre:

- el clima, en el caso de que los proyectos no sean adicionales o no contabilicen bien su contribución a la mitigación del cambio climático o sus fugas
- los modos de vida locales, como los abusos a los derechos humanos y otros mencionados anteriormente
- el ambiente local, la biodiversidad y las comunidades rurales, en el caso del MDL forestal

Además, estas ONG dan seguimiento crítico a aspectos como:

- El principio del MDL: el evitamiento de los compromisos de reducción por parte de los países industrializados y la aplicación de mecanismos de mercado a recursos naturales de uso común

- El principio del MDL forestal: la elegibilidad de captura temporal de carbono para compensar la emisión de GEI
- El mecanismo de CRE forestales: el significado de su bajo precio como un permiso casi total de emitir

En general, los métodos utilizados por estas ONG para informar al público y presionar sobre los gobiernos o los compradores de créditos de carbono son la investigación y publicación de información sobre proyectos, campañas permanentes o dirigidas hacia algunos proyectos (por ejemplo, el proyecto Plantar de plantaciones de eucalipto en Brasil), peticiones que ciudadanos envían a sus gobiernos, información sobre el MDL e implicación de los ciudadanos en la vigilancia o la denuncia.

7.6 ¿Qué indicadores se pueden utilizar para evaluar los impactos sobre el desarrollo sostenible?

Las M&P del MDL establecen que se debe realizar un análisis de los impactos potenciales socioeconómicos y ambientales del proyecto. Si de éste resulta que el proyecto podría causar impactos negativos significativos, se debe realizar una evaluación de impacto ambiental ó socioeconómico, según las leyes del país que hospeda el proyecto. Los impactos negativos deberán ser monitoreados y mitigados, y serán sujetos de verificación.

Además las M&P establecen que la contribución del proyecto al desarrollo sostenible del país deberá ser evaluado y confirmado por la AND. Por lo tanto, los impactos socioeconómicos y ambientales de un proyecto forestal deberán ser analizados desde el punto de vista del diseñador de proyecto y retomados por la AND para realizar la evaluación del proyecto, en el marco del desarrollo sostenible del país.

³⁸ CDM Watch dice que para que el MDL promueva exitosamente el desarrollo sostenible y la protección del clima, debe excluir los proyectos forestales, los grandes proyectos hidroeléctricos (más de 10 MW), los proyectos hidroeléctricos que no cumplan con los criterios de la Comisión Mundial sobre Embalses (World Commission on Dams, WCD) y los proyectos energéticos con carbón mineral.

7.6.1 Impactos del proyecto sobre el desarrollo sostenible local

El análisis y la evaluación de los impactos se pueden realizar durante el diseño del proyecto ó al final del diseño. Realizarlo durante el diseño podría alertar al proponente sobre impactos inaceptables y así se tendría la oportunidad de reconsiderar la posibilidad de promover un proyecto MDL ó de realizar cambios oportunamente.

El análisis de los impactos requiere de una descripción de las condiciones ambientales y socioeconómicas iniciales y de la definición y proyección de los impactos que ocurrirán dentro y fuera de los límites del proyecto. La relevancia de los impactos puede variar según los actores involucrados en el proyecto.

La forma sistemática de evaluar los impactos de una actividad es a través de la aplicación de un estándar basado en principios, criterios, indicadores y verificadores. Un **estándar** es una estructura que organiza, de manera jerárquica, los aspectos relevantes de un sistema, los cuales se formulan como situaciones deseadas o metas de la siguiente manera, según definiciones de Morán et al. (2006):

- Un **principio** consiste en la situación deseada de un componente del sistema, una ley o regla fundamental. El conjunto de principios describe la visión deseada del sistema. En el caso de los proyectos forestales de MDL, el conjunto de principios debe abarcar las dimensiones socioeconómica y ambiental, bases del desarrollo sostenible.
- Un **criterio** traduce al principio en estados o procesos deseados.
- Un **indicador** cuantitativo o cualitativo describe en forma objetiva y verificable los aspectos del criterio. En la práctica, **el conjunto de indicadores de un estándar determina las condiciones y requisitos que deben ser monitoreados para verificar el avance hacia su compromiso con el desarrollo sostenible.**
- Un **verificador** es la fuente de información para el indicador. Expresa la manera o procedimiento para medir consistentemente los indicadores.

ENCOFOR³⁹ desarrolló herramientas que guían al proponente en la realización del análisis y la evaluación de los impactos durante tres fases del diseño del proyecto: i) arranque, ii) prefactibilidad, iii) factibilidad. El resultado del análisis en la etapa de factibilidad puede ser presentado en el DDP y el de la etapa de prefactibilidad puede ser utilizado para elaborar el PIN (*Project Idea Note*).

En las etapas de arranque y prefactibilidad del proyecto, el análisis de impactos se basa en la aplicación de listas de chequeo (*checklist*) orientadas a identificar áreas en las que el proyecto podría potencialmente causar efectos negativos inaceptables (cuadro 24). En la etapa de prefactibilidad, por otra parte, se identifican aspectos importantes para el planeamiento e implementación del proyecto. Finalmente, en la etapa de factibilidad se guía al proponente en el análisis de un listado de variables para la determinación del grado en que un impacto negativo afectaría al proyecto. Además, se definen posibles estrategias para mitigar los impactos negativos significativos.

En el cuadro 25 se muestra un ejemplo de indicadores propuestos para la evaluación de los impactos sociales en la etapa de factibilidad/evaluación de un proyecto MDL forestal. El principio es "Impactos sociales", el criterio: "Los impactos negativos deben ser minimizados". El instrumento de evaluación de los indicadores pueden ser entrevistas, talleres participativos con diferentes actores que serán afectados por el proyecto y juicio de expertos.

Concluir sobre la significancia de los impactos puede requerir de reuniones participativas para establecer un consenso entre múltiples actores. Para esto existen herramientas como el método Delphi y el análisis multicriterio que pueden resultar útiles. Las herramientas de ENCOFOR guían la definición de indicadores para impactos negativos significativos que podrían ocurrir, así como la definición de estrategias potenciales para minimizarlos.

³⁹ ENvironment and COmmunity based framework for designing affORestation, reforestation and revegetation projects in the CDM: methodology development and case studies. ENCOFOR fue un proyecto de la Union Europea para el fortalecimiento del MDL forestal.

En algunos países existen leyes nacionales de Evaluación de Impactos Ambientales o socioeconómicos, por lo que se recomienda informarse con la AND ó a las autoridades forestales sobre el procedimiento y el estándar a seguir.

Adicionalmente, las herramientas de ENCOFOR van más allá de los requerimientos del MDL en relación con el análisis y la evaluación de impactos. La JD sólo pide demostrar que el proyecto no producirá impactos negativos significativos, es decir que para el MDL un proyecto cuyos impactos son neutros ó negativos—aunque no significativamente—es aceptable. Sin embargo, tomando en cuenta que los proyectos que proveen suficientes beneficios sociales y acuerdos institucionales claros tienen un mayor potencial de promover el desarrollo

sostenible, las herramientas de ENCOFOR guían al proponente en la evaluación de impactos socioeconómicos y ambientales positivos.

7.6.2 Impactos del proyecto sobre el desarrollo sostenible del país

Los parámetros de un estándar y sus relaciones definen y comunican—en este caso—lo que se entiende por desarrollo sostenible en el contexto de los proyectos forestales de MDL. Mas adelante (cuadro 26) se muestra un ejemplo de estándar en el cual los impactos positivos se estructuran en las tres dimensiones o principios del desarrollo sostenible (económica, social, ambiental). Los criterios pueden desarrollarse específicamente para el caso del proyecto, o pueden reflejar las prioridades nacionales de desarrollo. También se pueden

Cuadro 24. Ejemplo de lista de chequeo para ser aplicada en la etapa de arranque del proyecto con el fin de analizar impactos sociales de un proyecto MDL forestal. Herramienta Social de ENCOFOR

Principios y criterios sociales		
SP1	Grupos sociales	
	Los grupos sociales afectados por el proyecto deben ser caracterizados.	¿Conoce los grupos sociales que serán afectados tanto en la planeación como en la implementación del proyecto?
	Las interacciones entre grupos sociales clave deben ser identificados.	¿Los proponentes del proyecto tienen una idea clara acerca de las interacciones entre los diferentes grupos sociales que serán afectados por el proyecto?
	Las alianzas y conflictos entre grupos sociales deben ser considerados.	¿Existe algún conflicto social que pudiera comprometer la planificación o implementación del proyecto?
SP2	Impactos sociales	
	Los beneficios deben ser maximizados.	¿Cuáles son los principales beneficios que el proponente de proyecto puede prever que se obtendrán con el proyecto?
	La falta de beneficios no debe ser percibida como impactos negativos.	
	Los impactos negativos deben ser minimizados.	¿Existe algún impacto potencial negativo que podría comprometer la planeación o la implementación del proyecto?
	Los riesgos deben ser reducidos.	¿Ha identificado un riesgo social importante?
SP3	Procesos sociales	
	Los grupos sociales afectados por el proyecto deben estar informados de antemano.	¿Existen en la región mecanismos de participación o de toma de decisiones participativa?
	Los grupos sociales afectados por el proyecto deben ser capaces de promover sus intereses.	
	Deben existir mecanismos de toma de decisión.	

Fuente: Robledo 2007

Cuadro 25. Ejemplo de indicadores para evaluar el impacto social de un proyecto MDL forestal. Fuente: Herramienta social de ENCOFOR

Principio SP2: Impactos sociales Criterio: Los impactos negativos deben ser minimizados	
Impacto potencial negativo	Indicador
¿El proyecto causará desplazamiento de personas locales?	Número de familias u hogares desplazados
¿El proyecto causará inmigración para la cual la región no está preparada?	Número de familias u hogares que se espera que emigren a la zona del proyecto
¿La implementación del proyecto causará una reducción de la disponibilidad de fuentes de alimentación básicas?	Reducción de productos alimenticios específicos en Kg. por año por estación
¿Se reducirá la oferta o el acceso a madera o productos no maderables?	Dependiendo del producto (p.e. m3 de madera, Kg. de carne, etc.)
¿El proyecto causará un acceso reducido o desigual de fortalecimiento de capacidades?	Número de personas ó grupos afectados
¿El proyecto causará un acceso reducido o desigual de nueva tecnología y conocimiento?	Número de personas ó grupos afectados
¿El proyecto causará la pérdida de tierra o reducirá el derecho de uso para algunos grupos o individuos?	Número de personas ó grupos afectados
¿El proyecto reducirá el acceso a o la propiedad sobre los reservorios de carbono?	Número de personas ó grupos afectados
¿El proyecto concentrará la propiedad de los de los CRE en un número reducido de personas (menos que el 10%)?	Número de personas ó grupos afectados
¿El proyecto dañará o reducirá el acceso a sitios religiosos o culturales?	Número y extensión de los sitios religiosos o culturales
¿Tendrán algunos grupos sociales información reducida sobre el proyecto?	Número de personas ó grupos afectados
¿Tendrán algunos grupos sociales acceso reducido a la toma de decisiones?	Número de personas ó grupos afectados
¿Habrá grupos sociales para quienes la falta de beneficios del proyecto es un impacto negativo?	Número de personas ó grupos afectados
¿El proyecto provocará la aparición o incremento de inequidad o conflictos?	Número de personas ó grupos afectados
¿Existen otros impactos negativos esperados como consecuencia de la implementación del proyecto?	Número de personas ó grupos afectados

Fuente: Robledo 2007

construir criterios que reflejen los intereses de los distintos actores involucrados en el proyecto, desde las comunidades locales hasta el inversionista. En cualquier caso, es importante considerar que un estándar específico corresponde también a una escala específica; es decir, que si el estándar se diseña para proyectos forestales MDL, los principios, criterios e indicadores deberán corresponder a la escala local de esos proyectos.

Es recomendable tomar en cuenta criterios ya existentes, como los empleados por el sector forestal nacional, los planes de desarrollo regionales o nacionales o criterios de estándares internacionales, si son relevantes. Aun con criterios ya existentes, se deben redactar indicadores para describir los criterios. Estos indicadores permitirán definir las mediciones necesarias para la evaluación del proyecto. Por ejemplo, un criterio

Cuadro 26. Ejemplos de elementos de un estándar para evaluar el impacto de proyectos forestales MDL en el desarrollo sostenible en el ámbito local

Criterios	Indicadores	Verificadores
Principio social: Los impactos sociales del proyecto que favorecen el desarrollo sostenible		
El marco legal de trabajo del proyecto es transparente.	Los derechos de propiedad de los actores del proyecto están definidos y reconocidos.	Registros de derechos de propiedad.
		Valor de los impuestos e ingresos.
	La propiedad cultural es reconocida y respetada.	Registros de personas reubicadas de manera involuntaria.
Los actores locales promueven la gobernanza.	El capital social de las comunidades locales se mantiene o aumenta.	Frecuencia de reuniones participativas para tratar temas del proyecto; quórum en las mismas.
		Acuerdos implementados.
	El capital humano de las comunidades se mantiene o aumenta.	Número de eventos de capacitación que promueven el desarrollo de habilidades para la toma de decisiones, negociación de acuerdos y evolución del cumplimiento de los contratos.
	Los canales para compartir información requerida para implementar el proyecto están desarrollados y son conocidos.	Cantidad de redes formales y no formales para facilitar el flujo de información sobre el proyecto.
		Nuevas asambleas comunitarias democráticas para la toma de decisiones.
Aumenta la equidad en el uso de los recursos.	La distribución de costos y beneficios entre actores es justa.	Costos y beneficios en unidades económicas relacionadas con segmentos de ingreso, género, área geográfica, inversión social y productiva, etc.
		Generación de ingreso ajustado con pesos distributivos.
		Coefficiente de Gini.
	Grupos minoritarios y mujeres participan en el diseño e implementación del proyecto.	Mapeo de actores locales y su participación.
		Equidad de género en la toma de decisiones.
Se fortalece el alivio de la pobreza.	Se asegura el ingreso y las capacidades creadas para gente pobre.	Número de personas debajo del límite de pobreza.
		Ingreso generado para personas en extrema pobreza.
	Aumenta la seguridad alimentaria de la población local.	Autoabastecimiento de alimentos básicos.
Aumenta la cobertura y diversidad de la educación de los actores locales.	Aumenta la cobertura de la educación primaria y secundaria.	Tasas de analfabetismo.
	Aumenta la capacitación en temas de interés del proyecto.	Cambios en años de capacitación.
		Conocimiento adquiridos para la implementación de plantaciones y para el monitoreo de reducción de emisiones.
Se fortalece la salud de los participantes en el proyecto.	Mejora la nutrición.	Dietas para mejorar la nutrición.
	La salud de los participantes locales está libre de impactos por contaminación del aire.	Reducción de enfermedades en comparación con otros usos del suelo con uso de agroquímicos.
	Se reduce la mortalidad infantil y enfermedades graves.	Número de epidemias y otras causas de mortalidad infantil.
Mortalidad por grupos de edad.		

Se incrementan las oportunidades para los actores locales.	Se crean nuevos puestos de trabajo.	Balace del número de personas/años creados o perdidos.
	Hay mayor estabilidad laboral.	Número de empleos creados más estables.
	La infraestructura productiva aumenta o mejora.	Puentes, carreteras, tecnología, etc.
El crecimiento económico de los participantes del proyecto es positivo.	Hay nuevas fuentes de ingreso en efectivo o en especie, provenientes de la venta o por actividades del proyecto.	Ingresos por la venta de reducción de emisiones del proyecto (CRE).
		Ingresos en efectivo por actividades productivas del proyecto (venta de leña de raleos o actividades de ecoturismo).
	Aumenta el ingreso neto.	Ingresos en especie (productos no maderables del bosque o productos de sistemas agroforestales).
		Excedente neto.
		Tasa de ahorro de largo plazo.
La relación costo-efectividad del proyecto se mantiene positiva.	El costo neto se mantiene positivo o aumenta.	Flujos financieros.
El sector forestal local crece.	Se cubre la demanda de madera en la región.	Demanda y oferta de madera.
	Hay acceso a mercados (CRE, madera y otros productos forestales).	Volumen de venta de CRE, madera y otros productos en mercados nacionales e internacionales.
Los participantes locales mejoran su capacidad de adaptación al cambio climático.	Se implementan medidas de mitigación en sitios estratégicos para reducir la vulnerabilidad de los ecosistemas y de los actores locales del proyecto.	Acciones de mejoramiento en protección de suelos.
		Prácticas de reforestación acordes a las prioridades de conectividad y conservación ecológica.
El aire se mantiene limpio.	El aire se mantiene libre de contaminantes locales.	Reducción del uso de pesticidas.
La calidad y cantidad de agua para diversos usos en el área de influencia del proyecto se mantiene o aumenta.	Se reducen las emisiones de contaminación en agua para riego o potable.	Daños en unidades físicas y monetarias.
	Aumenta el volumen anual de agua.	Hidrograma anual.
La calidad y estabilidad de los suelos se mantiene o mejora.	La erosión se reduce o se mantiene.	Medidas físicas de cambios en la fertilidad de los suelos.
		Cambios en la estructura del suelo y en la actividad biológica.
	Se reducen las tierras degradadas.	Medidas de restauración de suelos.
La biodiversidad del área de influencia del proyecto se mantiene o aumenta.	Hábitats específicos se recuperan o mejoran su estado.	Número de especies plantadas que favorecen la biodiversidad local.
		Reversión de pérdida de hábitat.
	Especies específicas se mantienen o aumentan.	Diversidad de especies.
		Número de especies amenazadas.

Fuente: Adaptado de Mayers y Vermeulen (2002); UNEP (2004).

puede ser que el proyecto proteja los recursos hídricos. Un indicador sería, entonces, la calidad química del agua o la regularidad de los caudales. Los indicadores se evalúan por medio de verificadores directamente medibles, como el pH del agua o el número de días con un caudal suficiente. Los criterios pueden ser evaluados en la etapa de diseño del proyecto o durante su ejecución. La evaluación puede ser realizada por entidades externas al proyecto; por ejemplo universidades o entidades certificadoras.

Para tomar decisiones sobre la relevancia de los impactos, se puede aplicar el estándar usando varios métodos; los más comunes son las listas de verificación (chequeo) y el análisis multicriterio (ver en UNEP 2004, capítulo 7, una revisión detallada de los métodos; Morán et al. 2006 también ofrecen información metodológica al respecto).

7.7 ¿Qué son los estándares CCB?

Los estándares Clima, Comunidad y Biodiversidad (CCB) fueron creados por la Alianza CCB, una asociación global de instituciones de investigación, corporaciones y grupos ambientales. Los estándares fueron diseñados para promover el desarrollo de proyectos de mitigación del cambio climático que generen beneficios creíbles y significativos de manera integral y sustentable. Los estándares CCB son útiles para una variedad de usuarios; entre ellos:

- Diseñadores de proyectos (grupos comunitarios, ONG, agencias), que pueden usarlos como guía para el desarrollo de sus proyectos
- Inversionistas (empresas privadas, agencias multilaterales), que pueden usarlos como un filtro para minimizar los riesgos de su portafolio de proyectos, e identificar proyectos de alta calidad que probablemente no causarán controversias
- Gobiernos, que pueden usarlos para asegurarse de que los proyectos contribuirán al desarrollo sustentable nacional

Los estándares CCB incluyen un apéndice de "estrategias y herramientas potenciales" que describe los recursos y métodos útiles para mejorar la manera en que los proyectos son construidos y dirigidos. Los estándares CCB dependen de terceros evaluadores imparciales y bien informados para determinar si un proyecto amerita aprobación. Así, la credibilidad de los evaluadores es crítica para la credibilidad general de los estándares. La evaluación independiente aumenta la credibilidad de los proyectos, pero también aumenta los costos de diseño. La mayoría de proyectos de cambio climático y de uso de tierra no tienen presupuestos amplios durante la fase de planeación. Por lo tanto, la Alianza CCB está considerando opciones para un proceso de evaluación voluntaria y certificación, basado en iniciativas existentes. Las decisiones serán publicadas en el sitio de Internet www.climate-standards.org.

Los estándares CCB⁴⁰ evalúan proyectos en la etapa de planeación o etapas iniciales de implementación. Para que un proyecto sea evaluado, los desarrolladores del mismo deben primero juntar información específica sobre el proyecto que proponen. El tercer evaluador podrá luego utilizar esa información para determinar si el proyecto satisface los indicadores asociados a cada criterio. Se deberá evaluar cada uno de los 23 criterios (15 obligatorios y ocho opcionales que ofrecen puntaje adicional). Para obtener la aprobación de los estándares de CCB, los proyectos deben satisfacer todos los 15 criterios obligatorios. Proyectos excepcionales que exceden la aprobación básica pueden obtener una clasificación de Plata u Oro, dependiendo del número de puntos obtenidos.

A febrero del 2007 ya se habían certificado los dos primeros proyectos CCB. El primero es un proyecto de restauración de pequeña escala bajo el MDL, implementado por Conservation International y The Nature Conservancy (TNC) en Tengchong (China) y certificado por la empresa certificadora TÜV SÜD. El segundo es un proyecto de reforestación de tierras degradadas en Panamá, implementado por Futuro Forestal y

⁴⁰ Ver actualización del estandar en: <http://www.climate-standards.org/>.

certificado por Rainforest Alliance; se quiere insertar este proyecto en mercados voluntarios.

Los criterios de CCB, según CCBA (2005), se organizan en cuatro secciones:

– Sección general

- G1. Condiciones originales en el sitio del proyecto (criterio obligatorio)
- G2. Proyecciones de línea de base (criterio obligatorio)
- G3. Diseño del proyecto y metas (criterio obligatorio)
- G4. Capacidad gerencial de manejo (criterio obligatorio)
- G5. Tenencia de la tierra (criterio obligatorio)
- G6. Estatus legal (criterio obligatorio)
- G7. Manejo adaptativo para la sostenibilidad (1 punto)
- G8. Diseminación de conocimiento (1 punto)

– Sección de clima

- Cl1. Impactos climáticos netos positivos (criterio obligatorio)
- Cl2. Impactos climáticos fuera del sitio de proyecto (fugas) (criterio obligatorio)
- Cl3. Monitoreo de impactos climáticos (criterio obligatorio)
- Cl4. Adaptación al cambio climático y variabilidad climática (1 punto)
- Cl5. Beneficios de carbono retenidos de mercados regulados (1 punto)

– Sección de comunidad

- Cm1. Impactos comunitarios netos positivos (criterio obligatorio)
- Cm2. Impactos comunitarios fuera del sitio de proyecto (criterio obligatorio)
- Cm3. Monitoreo de impactos comunitarios (criterio obligatorio)
- Cm4. Aumento de capacidades (1 punto)
- Cm5. Mejores prácticas en participación comunitaria (1 punto)

– Sección de biodiversidad

- B1. Impactos netos positivos de biodiversidad (criterio obligatorio)
- B2. Impactos de biodiversidad fuera del sitio de proyecto (criterio obligatorio)

B3. Monitoreo de impactos sobre biodiversidad (criterio obligatorio)

B4. Uso de especies nativas (1 punto)

B5. Mejoras a recursos hídricos y de suelos (1 punto)

7.8 ¿Qué requiere el ciclo de aprobación de un proyecto MDL en términos de impactos sobre el desarrollo sostenible?

Los impactos sobre el desarrollo sostenible se deben considerar en las tres etapas del ciclo de aprobación de un proyecto: diseño, aprobación y validación.

7.8.1 Diseño del proyecto

Tres secciones del DDP de un proyecto forestal se refieren al desarrollo sostenible: F (impactos ambientales del proyecto), G (impactos socioeconómicos del proyecto) y H (comentarios de agentes interesados). Si los impactos ambientales o socioeconómicos esperados son significativos, se deben incluir documentos relacionados con su evaluación, así como un plan de monitoreo de los impactos y medidas compensatorias. Los comentarios de los actores locales sirven para recuperar información sobre el proyecto y sus impactos probables, así como para identificar y discutir aspectos de interés local. El nivel de la consulta y el tipo de actores participantes variará según la fase y el tipo de proyecto. En todos los casos, se debe mencionar el método utilizado para la recopilación de comentarios de agentes interesados, incluir un resumen de los comentarios recibidos y explicar cómo fueron tomados en cuenta.

7.8.2 Aprobación del proyecto

Para que un proyecto sea aprobado por la AND, ésta debe reconocer que el proyecto contribuye al desarrollo sostenible según los criterios nacionales (acápites 7.9 y 7.10).

7.8.3 Validación del proyecto

La EOD debe confirmar que el proyecto cumple con una serie de requisitos; entre otros, la recopilación de comentarios de los interesados y los impactos ambientales y socioeconómicos. Antes de presentar su informe, la EOD debe recibir la

carta de aprobación nacional de la AND, incluyendo la declaratoria de contribución al desarrollo sostenible. La EOD pone el DDP a disposición pública y recibe, en un plazo de 30 días, los comentarios de las partes, de los interesados y de las ONG.

Se podría considerar que la responsabilidad de la EOD validadora sobre este tema es reducida. Sin embargo, parece que los validadores le dan importancia al tema porque permite evaluar la responsabilidad social del desarrollador de proyecto. Generalmente los validadores se fijan en cómo se definieron los actores claves a ser consultados, cómo se planificó el proceso de consulta, cómo se invitó a la participación proactiva de los sectores y actores meta y cómo se recolectó la información. Los validadores también evalúan cómo el desarrollador da respuesta y acciones a los comentarios de los actores locales.

7.9 ¿Cuáles criterios usa la AND para evaluar los impactos sobre desarrollo sostenible?

A nivel nacional, la AND debe confirmar que un proyecto MDL contribuye al desarrollo sostenible. Algunas AND han desarrollado criterios nacionales para que la evaluación de esta contribución sea más sistemática y transparente. Una encuesta realizada a 31 AND durante el primer trimestre del 2004 mostró que ocho tenían criterios y siete estaba en el proceso de desarrollarlos (Columbia University 2004). En la mayoría de los casos, los criterios se aplicaban a proyectos tanto energéticos como forestales. Otros países han adoptado criterios e indicadores existentes, como los del Proceso de Montreal⁴¹.

Los desarrolladores de proyectos MDL deben ponerse en contacto con la AND de su país para averiguar cuáles son los criterios de aprobación. Por ejemplo, según Chaparro (2006) y Columbia University (2004), los utilizados por las AND de tres países latinoamericanos son:

- México: cumplimiento de las regulaciones ambientales nacionales, contribución al mejoramiento de la situación económica y competitiva

del país (inversión, generación de riqueza, empleo y transferencia de tecnología) y contribución al mantenimiento y mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades (empleos permanentes y bien retribuidos, promoción de la equidad, mejoramiento de la salud, creación o mejoramiento de infraestructuras, fortalecimiento de capacidades)

- Perú: cumplimiento de las regulaciones ambientales nacionales (incluyendo estudios de impacto ambiental, si necesario), consistencia con las políticas sectoriales y ambientales, tipo de tecnología utilizada, consistencia con metas ambientales y marco legal, relaciones con las comunidades locales
- Brasil: criterios económicos (creación de empleo, condiciones de trabajo, distribución de ingresos, integración regional y con otros sectores), ambientales (sostenibilidad ambiental local), sociales (fortalecimiento de capacidades en desarrollo tecnológico)

7.10 ¿Cuáles son los procedimientos que usan las AND para evaluar los impactos de los proyectos MDL sobre el desarrollo sostenible?

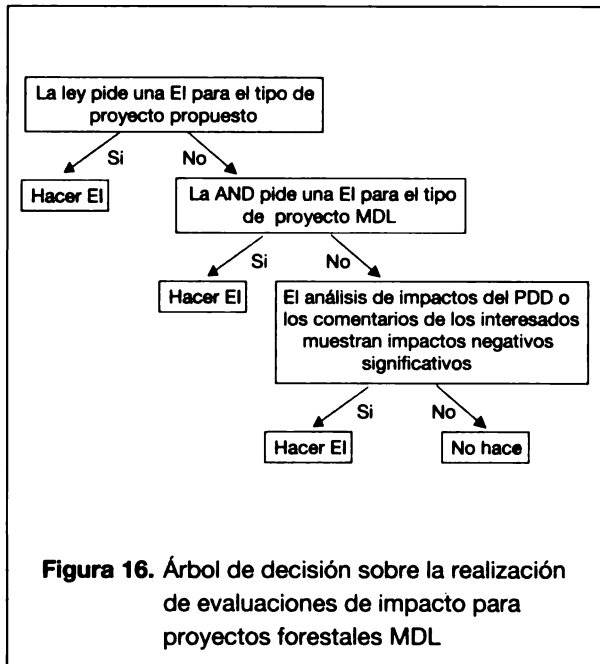
Los procedimientos de las AND para evaluar los impactos del proyecto sobre el desarrollo sostenible consideran las leyes nacionales sobre evaluación de impactos y, por lo tanto, difieren de país a país. En algunos casos, la AND puede emitir una carta confirmando que avala el proyecto, pero sólo lo aprueba cuando se ha completado el proceso de consulta pública (ver acápite 7.8), pues el resultado de esa consulta puede ser el requerimiento de un estudio formal de impacto ambiental (acápite 7.11).

7.11 ¿En cuáles casos se debe hacer un estudio de impacto ambiental y socioeconómico?

En caso de que el país anfitrión y/o los participantes consideren que el proyecto pueda tener impactos negativos significativos (ver acápite 7.6.1),

⁴¹ Criterios e indicadores de gestión sostenible de los bosques templados y boreales. Criterios e Indicadores del Proceso de Montreal, diciembre de 1999, <http://www.mpci.org/>

el proyecto tiene que realizar una evaluación de impacto ambiental (EIA) o de impacto socioeconómico (EISE). El resultado guiará el plan para hacer medidas correctivas.



En algunos países y para algunos proyectos (dependiendo de la tecnología, del tamaño del proyecto o de la ubicación), las leyes nacionales o las organizaciones participantes (donantes en particular) pueden exigir un estudio. Incluso, algunas AND pueden pedir una EIA o EISE como requisito para la aprobación del proyecto MDL (figura 16, ver también acápites 7.9 y 7.10).

7.12 ¿Cómo se colectan los comentarios de los actores interesados?

Los impactos de un proyecto MDL dependen en gran medida de la calidad de los procesos sociales llevados a cabo durante la planeación e implementación del proyecto. En la planeación los grupos sociales afectados deben ser identificados e informados sobre el proyecto con suficiente antelación. La idea de proyecto y los mecanismos de distribución de beneficios y responsabilidades deben

ser consensuados y comunicados de manera apropiada. Para esto, todos los grupos sociales involucrados deben tener capacidades para participar en la toma de decisiones, promover sus intereses y expresar preocupaciones (Robledo 2007).

Si el país huésped del proyecto no recomienda un método de consulta para coleccionar los comentarios de los actores interesados, los desarrolladores de proyectos tienen la libertad de escoger el que más les convenga. Es necesario considerar siempre que las consultas no son procesos unidireccionales de recuperación de información, sino procesos de negociación y toma de decisiones.

A continuación un ejemplo de actividades que se pueden realizar en el proceso de consulta (Vermeluen 2005):

1. Fase de preparación de la comunidad:
 - a) Delimitar derechos y obligaciones
 - b) Considerar los impactos potenciales (positivos y/o negativos) de la solicitud del tercero
 - c) Formular una posición con respecto a la solicitud
2. Fase de negociación:
 - d) Las partes se reúnen
 - e) El solicitante informa a la comunidad sobre sus intenciones y expresa su oferta
 - f) La comunidad considera la oferta y comienza a negociar
3. Fase de decisión:
 - g) La comunidad:
 - i. Considera la(s) propuesta(s)
 - ii. Discute lo que significan estas propuestas
 - iii. Decide si puede o no aprobar la solicitud
 - h) Las partes discuten:
 - i. Un acuerdo final
 - ii. La resolución de controversias
 - iii. Como monitorear los acuerdos
4. Fase de monitoreo
 - i) Se establece quién es responsable del monitoreo
 - j) Se acuerda qué hacer en el caso de incumplimiento

El proponente de proyecto debe describir los medios de información/consulta y la frecuencia con que se informa/consulta. Además debe documentar la forma en que los comentarios de los actores han sido tomados en cuenta.

7.13 ¿Cómo se reportan los comentarios de los actores interesados?

El método utilizado para coleccionar los comentarios de los actores locales sobre el proyecto debe incluirse en el DDP. Una evaluación de los errores frecuentemente encontrados en los DDP menciona que, en muchos casos, el proceso de consulta de los actores interesados no está suficientemente documentado (Cd4Cdm 2005). A menudo, no está claro si el proceso concuerda con los requisitos nacionales, ni si todos los actores relevantes han sido contactados. Según esa misma evaluación, el reporte de los comentarios de los actores interesados debe:

- Presentar los requerimientos legales del país anfitrión en cuanto a la consulta de actores y el método (cartas, periódicos, reuniones, etc.)
- Explicar cómo el proyecto cumple con estos requerimientos
- Dar una lista de todos los actores involucrados, incluyendo la información suficiente para que, eventualmente, una EOD pueda contactarlos para hacer verificaciones
- Organizar una o varias reuniones con una amplia gama de actores, invitando siempre a un representante de la AND
- Incluir un resumen de todos los comentarios recibidos y otro que muestre cómo los comentarios han sido tomados en cuenta en el proyecto

7.14 ¿Cómo puede beneficiar la participación activa de los actores el diseño del proyecto MDL?

El impacto socioeconómico que un proyecto MDL forestal pueda tener en una comunidad depende mucho de cuan apropiados estén los actores

locales del proyecto, y éste a su vez del grado y la calidad de su participación en el diseño e implementación del mismo.

La participación es un proceso continuo de negociación y toma de decisiones que involucra equitativamente a los actores interesados en el proyecto y que contribuye a la consecución de las metas planteadas (Evans, et al. 2006; Kliksberg 2004).

La participación de los actores locales desde el diseño del proyecto puede reducir los riesgos de no cumplimiento de las metas planteadas. Los proyectos que son diseñados por actores externos, sin la participación de actores locales, a menudo enfrentan problemas en su implementación y consecuentemente en la producción de los CRE acordados en el contrato de compra-venta. La participación es particularmente importante en proyectos de largo plazo, como los forestales.

Sin embargo, lograr la participación equitativa de múltiples actores puede resultar complejo, especialmente por las diferencias en su capital social y humano⁴². De hecho, la participación en si misma puede ser entendida de diferentes maneras según el actor del proyecto (cuadro 27).

Esperar que todas las condiciones estén presentes para promover la participación de todos los actores en el diseño e implementación del proyecto puede no ser posible. En este caso se deben promover intencionalmente el capital social y humano de los actores que tienen desventajas que impiden el análisis e interpretación de información relacionada con el proyecto.

7.15 ¿Cómo llevar a la práctica la participación activa en el diseño del proyecto?

La **planificación participativa** del proyecto implica transitar desde las preferencias, posiciones, compromisos, perspectivas e intereses sobre

⁴² Estos capitales son esenciales para una comunicación efectiva. Incluyen por ejemplo: capacidad de organización, conocimiento local, educación, redes sociales, expectativas de comportamiento recíproco, valores, visiones compartidas, etc.

Cuadro 27. Enfoques participativos y significados de la participación para las partes involucradas

Forma	¿Qué significa "participación" para el organismo ejecutor?	¿Qué significa "participación" para los receptores finales?	¿Participar para qué?
Nominal	Legitimación: para mostrar que están haciendo algo	Inclusión: para retener algún acceso a los beneficios potenciales	Exhibición
Instrumental	Eficiencia: para limitar insumos financieros, provocar contribuciones de la comunidad y hacer los proyectos más económicos	Costo: de tiempo gastado en trabajo relacionado con el proyecto y otras actividades	Un medio para lograr economía y ayuda local
Representativa	Sostenibilidad: para no crear dependencia	Ventaja: para influir en la forma que toma el proyecto y su gestión	Darles a las personas una voz en la determinación su propio desarrollo
Transformativa	Empoderamiento: para fortalecer las capacidades decisorias y de acción	Empoderamiento: para decidir y actuar por ellos mismos	Tanto como medio y como fin, un proceso dinámico continuo

el uso de la tierra de cada actor particular hasta la definición de metas comunes entre todos los actores (cuadro 28).

El tránsito desde las posiciones individuales de los diferentes actores hasta alcanzar un acuerdo para un proyecto de interés común se debe reflejar en todo el proceso de planificación. Normalmente, ese proceso se divide en dos etapas:

- El **diagnóstico** describe narrativamente el estado inicial de los indicadores que se usarán para medir el avance del proyecto y orientar las actividades según el contexto local, la historia de la comunidad y los intereses de las personas de la comunidad. Además, el diagnóstico permite prever riesgos para los actores y para el proyecto, y los procesos más adecuados para enfrentarlos.
- La **planificación** se puede realizar usando herramientas como: el marco lógico, "nuestra opinión", evidencia de medios de vida como objetivo, talleres sobre la cadena de comercialización, etc. (Vermeluen 2005, Morán et al. 2006). Cualquiera sea la herramienta, la planificación participativa requiere información clara para todos los actores sobre los productos y servicios que se producirán, los mecanismos de comercialización, los beneficios que se obtendrán y la forma de distribución, los derechos, las responsabilidades, así como la forma y los

medios que se utilizarán para garantizar la distribución equitativa de beneficios y riesgos. Esta información debe ser compartida de manera oportuna, adecuada y transparente.

Una buena planificación de proyectos debe responder y llegar a acuerdos sobre las siguientes preguntas: (Adaptado de Imbach et al. 2005).

Diagnóstico

- ¿Cómo estamos? ¿Qué anda bien? ¿Qué anda mal? ¿Por qué? ¿Qué oportunidades tenemos? ¿Qué problemas tenemos?

Planificación del proyecto a mediano plazo

- ¿Cómo queremos estar en el futuro? ¿Qué tenemos que mejorar? ¿Qué tenemos que mantener? (la **visión**)
- ¿Qué queremos lograr (mejorar o mantener) con este proyecto? ¿En cuánto tiempo? (definición de **objetivos del proyecto**)
- ¿Quiénes están interesados en este proyecto? ¿Quiénes se benefician? ¿Alguien se perjudica? ¿Cuáles son los impactos en el ambiente? (definición de **impactos del proyecto**)
- ¿Cómo vamos a hacer para acercar a los que tienen que participar? ¿Cómo convencemos a los que no están de acuerdo? ¿Cómo compensamos a los perjudicados? (**estrategias de trabajo y medidas de mitigación**)

- ¿Qué nos puede pasar que nos haga fracasar? ¿Podemos evitarlo? (identificación de **factores externos críticos**)
- ¿Cómo vamos a demostrar que estamos teniendo éxito? ¿Cómo conseguimos la información para demostrar que tenemos éxito? (definición de **indicadores**)

Planificación operativa

- ¿Qué tenemos que hacer para lograr lo que queremos? ¿Cuándo? ¿Cuánto va a costar? ¿Quién va a hacer qué? ¿Somos una sola organización o varias? ¿Quién tomará la responsabilidad por todo el proyecto? ¿Cuánta gente y trabajando cuánto tiempo se necesita para hacer las actividades? ¿Cuánto dinero necesitamos para este proyecto? ¿Quién y cómo lo va a aportar?

7.16 ¿Cuáles herramientas pueden ser útiles para llevar a la práctica el diagnóstico participativo?

Existen muchas **herramientas y técnicas** que pueden ser utilizadas para facilitar la participación activa de los actores locales en la elaboración del

diagnóstico, como parte del proceso de planificación. Algunas herramientas relevantes son: análisis participativo de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA), la evaluación rápida de sistemas de conocimiento en agricultura (RAAKS), el diagnóstico rural participativo para la extensión campesina, método Delphi, mapas mentales, ejercicios de navegación exploratoria, etc. (Tillmann y Salas 1994, Morán et al. 2006). Información en detalle de estas y otras herramientas puede encontrarse en Geifus (2002) y Vermeluen (2005).

Por ejemplo, para conocer cómo se distribuye “el poder” entre los actores locales se recomienda el **análisis de las fortalezas y deficiencias de poderes de los actores**. Este análisis permite capturar la complejidad que podría manifestarse en las relaciones y puede ser parte de la consulta (ver acápite 7.12). A continuación se detalla un ejemplo de proceso de elaboración de este tipo de análisis (adaptado de Vermeluen 2005).

1. Desarrollar un objetivo y procedimientos de análisis y un entendimiento inicial del proyecto:
 - Considerar un nivel institucional y un objetivo

Cuadro 28. Perspectivas de distintos actores sobre el sector forestal

Partes interesadas en recursos forestales	Perspectiva del sector forestal
Ambientalistas	Preservación de los bosques, conservación de la biodiversidad y prevención de las posibles consecuencias negativas del desarrollo (p.e., inundaciones y cambio climático).
Técnicos forestales	Manejo de los bosques para el flujo sostenible de bienes y servicios y el mantenimiento de las funciones biológicas de sus ecosistemas.
Pequeños agricultores	Tala de bosques para la siembra de cultivos y obtener seguridad económica.
Ganaderos	Tala de bosques para la siembra de pastos.
Madereros	Tala de árboles comerciales para elaborar productos madereros.
Comunidades y pueblos indígenas	Acceso garantizado para cazar y recolectar productos forestales, abastecimiento continuo de agua y otros beneficios de los bosques.
Políticos	La tala de bosques para la agricultura crea empleos inmediatos, prosperidad e ingresos para el gobierno provenientes de los impuestos; disminuye momentáneamente las presiones creadas por la necesidad de tierra agrícola, trabajos y disminución de la pobreza.
Comunidad internacional	Desarrollo económico sostenible, futuro del patrimonio mundial, preservación de los bosques y de su biodiversidad.

Fuente: RAFA (Red de Asesores Forestales de la ACDI. 1999)

- Crear las condiciones para un diálogo de calidad entre las múltiples partes interesadas.
 - Desarrollar un entendimiento inicial del sistema
2. Identificar a las partes interesadas:
 - Mediante informantes claves, registros escritos, auto-selección de las partes interesadas e identificación y verificación de otras partes interesadas, análisis del ámbito del proyecto
 3. Investigar los intereses, características y circunstancias de las partes interesadas:
 - Para un mejor entendimiento de sus objetivos, recursos e influencias
 - Mediante técnicas como lluvias de ideas en grupo, recolección de datos secundarios, retratos de familia
 4. Identificar patrones y contextos de interacción entre las partes interesadas:
 - Para explorar factores de conflicto y de cooperación
 - Mediante una evaluación de los equilibrios comunitarios para definir las visiones y prioridades de diferentes grupos
 5. Evaluar el poder y el potencial de las partes interesadas:
 - Para controlar decisiones que afectan las políticas e instituciones críticas
 - Mediante el mapa de influencia de las partes interesadas, las cuatro D (útil en negociaciones sobre derechos, deberes, dividendos y dependencias que involucran a múltiples interesados)
 6. Evaluar opciones y el progreso

Una herramienta de reciente uso es el **marco teórico medios de vida**, el cual permite un conocimiento comprensivo del contexto de trabajo. Este enfoque recomienda analizar las fortalezas/debilidades/amenazas/oportunidades e intercambios entre los capitales (natural, social, físico, humano, cultural, político y financiero) de los actores (Ellis 2000). Además, permite interpretar el comportamiento y las estrategias que utilizan los actores locales en el manejo de los recursos naturales (Martin 1995).

7.17 ¿Cuáles herramientas pueden ser útiles para llevar a la práctica la planificación participativa?

El marco lógico es la herramienta más utilizada actualmente para la planificación de proyectos relacionados con el desarrollo rural y, por ende, para los proyectos forestales. Es un estándar en los proyectos de cooperación técnica.

El marco lógico es una herramienta de planificación a mediano plazo, orientada por objetivos; es decir, su construcción sigue la lógica: ¿Qué queremos lograr? Entonces, ¿qué tenemos que hacer? Como matriz, define objetivos de diferentes niveles temporales, indicadores para cada nivel de objetivos, verificadores para estos indicadores y factores externos críticos para el éxito del proyecto, así como las actividades e insumos principales para el logro de dichos objetivos. Una vez finalizado, el marco lógico nos da elementos para el proceso de seguimiento y evaluación del proyecto y para la planificación operativa del mismo (Imbach et al. 2005).

En el acápite 7.19 se incluyen las referencias a una serie de manuales que presentan la metodología de planificación de proyectos más utilizada actualmente—el marco lógico—con un estilo y formato que la hace accesible a gestores de proyectos y líderes de organizaciones locales y que, a la vez, facilita que los procesos participativos de planificación mantengan el rigor y profundidad necesarios. La planificación de proyectos de captura de carbono se aborda en la herramienta para el manejo de recursos naturales Plan Vivo. Más información sobre Plan Vivo en www.planvivo.org y en la sección 8 de esta guía.

7.18 ¿Qué se puede recomendar a un desarrollador de proyectos forestales MDL sobre el tema de desarrollo sostenible?

Un desarrollador de proyectos debería integrar el tema del desarrollo sostenible en el diseño del proyecto. El proyecto puede ser diseñado deliberadamente para tener impactos positivos ambientales y socioeconómicos. De esta manera

el análisis de impactos requerido por la JD del MDL, la evaluación formal de impactos ambientales requerida por la AND o el país y la evaluación de la contribución del proyecto desarrollo sostenible del país anfitrión no serán un riesgo para la aprobación e implementación del proyecto.

La calidad del proyecto, en cuanto al mejor balance de impactos positivos en las diferentes dimensiones del desarrollo sostenible, debe ser la meta a considerar. Al respecto, hay que tener claro que a veces será recomendable ir más allá de los requerimientos mínimos utilizados por las AND u otros órganos supervisores. Como ya se mencionó antes, la consideración adecuada de estos posibles impactos en el diseño y en general en la gestión de los proyectos, puede mejorar su viabilidad interna, generar co-beneficios y reducir los riesgos, gracias a una mejor aceptación social local y a una mejor resiliencia ecológica. Un proyecto que demuestra altos impactos positivos puede atraer inversionistas interesados en proyectos con beneficios múltiples, como agencias de desarrollo u organizaciones conservacionistas. Puede también resultar más atractivo en el mercado del carbono, al presentar menos riesgo y ser menos susceptible a las críticas sobre los impactos de los proyectos forestales MDL.

Se recomienda fomentar la planificación participativa y adaptativa del proyecto, así como trabajar con organizaciones o instituciones que conozcan y entiendan bien a las comunidades para que puedan servir de facilitadores. Además, se debe procurar una comunicación clara y transparente sobre el proyecto para no alimentar falsas expectativas y establecer mecanismos de resolución de conflictos (ver sección 8 de esta guía).

Como todavía hay poca información sobre el valor agregado en el mercado para un proyecto que hace más que el mínimo requerido, se recomienda mantenerse al tanto de la evolución de los mercados de carbono, la aparición de nichos de mercado o de precios *premium* para esos proyectos. Mientras tanto, hay que incorporar el tema en una perspectiva de mejorar la viabilidad del proyecto y reducir los riesgos en la ejecución. El proyecto puede tratar de tener impactos positivos sobre varias dimensiones

del desarrollo sostenible, siempre que sean costo-efectivas. Un proyecto que considere demasiados ejes de acción puede volverse complicado y costoso. Una buena opción es empezar con proyectos simples porque, por el momento, el ciclo del MDL es largo y las metodologías son complejas.

Los proyectos que quieren demostrar sus impactos positivos pueden emplear estándares, indicadores y métodos de medición ya existentes y, en la medida de lo posible, datos ya recabados. Se debe considerar que, a nivel de un proyecto, las comparaciones deben referirse a una línea base. Si un proyecto tiene oportunidad de beneficiarse de una certificación CCB, debe mantenerse informado sobre las entidades certificadoras, así como los costos de la certificación. Se recomienda buscar información en la AND sobre el procedimiento y los requerimientos a seguir para obtener la carta de aprobación de la contribución del proyecto al desarrollo sostenible del país

7.19 ¿Dónde se puede encontrar más información?

Organizaciones

Autoridades Nacionales Designadas. Lista en <http://cdm.unfccc.int/AND>
CDM Watch www.cdmwatch.org
EU Forest Watch www.fern.org
SinksWatch www.sinkswatch.org
World Rainforest Movement www.wrm.org.uy

MDL y desarrollo sostenible

Cd4Cdm. 2004a. CDM Information and Guidebook. Roskilde, DK, UNEP Risø Centre on Energy, Climate and Sustainable Development. 2 ed. www.cd4cdm.org.
_____. 2004b. CDM Sustainable Development Impacts. Roskilde, DK, UNEP Risø Centre on Energy, Climate and Sustainable Development. www.cd4cdm.org.
_____. 2005. Recomendaciones prácticas para prevenir problemas comunes en la validación; guía para la elaboración de Documentos de Diseño de Proyectos MDL. Roskilde, DK, UNEP Risø Centre on Energy, Climate and Sustainable Development. www.cd4cdm.org.

- Huq, S. 2002. Applying sustainable development criteria to CDM projects: PCF experience. Prepared for PCFplus Research, Prototype Carbon Fund, World Bank. PCFplus Report 10 www.prototypecarbonfund.org.
- Mackensen, J. 2003. Environmental and socio-economic requirements for afforestation & reforestation activities under CDM: Challenges towards CoP-9. Quito, EC, IUCN South America. *Climas* no. 1 (octubre).
- Neeff, T; Henders, S. 2006. Guidebook to markets and commercialization of forestry CDM projects. EcoSecurities Consult Report for FORMA project. Turrialba, CR, CATIE. www.proyectoforma.com.
- Neeff, T. 2006. Markets for carbon credits from forestry CDM. Discussion Seminar on the Clean Development Mechanism in Forestry [São Paulo, BR, 16-17 October 2006].
- Smith, J. Scherr, S.J. 2002. Forest carbon and local livelihoods: Assessment of opportunities and policy recommendations. Bogor, IN, Center for International Forestry Research. CIFOR Occasional Paper no. 37.
- UNDP (United Nations Development Programme). 2005. MDG carbon facility: Mobilizing carbon finance for the millennium development goals. New York, US. 10 p.
- UNFCCC (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático). 2003. Options paper on modalities for addressing socio-economic and environmental impacts, including impacts on biodiversity and natural ecosystems. Bonn, DE, Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice (SBSTA) [Eighteenth session, 2-13 June 2003].
- Estándares y herramientas**
- ENCOFOR (Environment and community based framework for designing afforestation). 2007. ENCOFOR Environmental Impact Assessment tool. http://www.joanneum.at/encofor/tools/doc/Tools_and_manuals/ENCOFOR_DSS/Encofor%20Social.xls
- ENCOFOR (Environment and Community based framework for designing afforestation). 2007. ENCOFOR Social Tool. http://www.joanneum.at/encofor/tools/doc/Tools_and_manuals/ENCOFOR_DSS/Encofor%20Social.xls
- CCBA (Climate, Community and Biodiversity Alliance). 2005. Climate, community and biodiversity project design standards. Washington, D.C. www.climate-standards.org.
- SouthSouthNorth. 2006. The southsouthnorth sustainable development appraisal & ranking matrix tool. www.southsouthnorth.org, www.cdmguide.com.
- WWF (World Wildlife Fund). 2005. The gold standard: Validation manual for CDM projects. Washington, DC. Report ECS05024. www.cdmgoldstandard.org.
- Impactos socioeconómicos y ambientales relacionados con el MDL en la literatura científica**
- Brown, K; Corbera, E. 2003. Exploring equity and sustainable development in the new carbon economy. *Climate Policy* 3 (S1): S41-S56.
- Bull, GQ; Bazett, M; Schwab, O; Nilsson, S; Whited, A; Maginnis, S. 2006. Industrial forest plantation subsidies: Impacts and implications. *Forest Policy and Economics* 9:13-31.
- EcoSecurities. 2006. Should temporary CERs be included in the EU ETS Linking Directive and other questions concerning the potential demand for CDM Forestry CERs. Results of a survey of demand-side actors by Consult EcoSecurities. Oxford, UK.
- Grieg-Gran, M; Porras, IT; Wunder, S. 2005. How can market mechanisms for forest environmental services help the poor? Preliminary lessons from Latin America. *World Development* 33(9):1511-1527.
- Hardner, JJ; Frumhoff, PC; Goetze, DC. 2000. Prospects for mitigating carbon, conserving biodiversity, and promoting socioeconomic development objectives through the Clean Development Mechanism. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 5:61-80.
- Kueppers, LM; Baer, P; Harte, J; Haya, B; Koteen, LE; Smith, ME. 2004. A decision matrix approach to evaluating the impacts of land-use activities undertaken to mitigate climate change: an editorial essay. *Climatic Change* 63: 247-257.

- Lipper, L; Cavatassi, R. 2004. Land-use change, carbon sequestration and poverty alleviation. *Environmental Management* 33(1): S374-S387.
- Niles, JO; Brown, S; Pretty, J; Bal, AS; Fay, J. 2002. Potential carbon mitigation and income in developing countries from changes in use and management of agricultural and forest lands. *Phil. Trans. R. Soc. Lond.* A360: 1621-1639.
- Pagiola, S; Arcenas, A; Platais, G. 2005. Can payments for environmental services help reduce poverty? An exploration of the issues and the evidence to date. *World Development* 33(2):237-253.
- Perez, C; Roncoli, C; Neely, C; Steiner, JL. 2007. Can carbon sequestration markets benefit low-income producers? *Agricultural Systems* (*in press*).
- Smith, J; Scherr, SJ. 2003. Capturing the value of forest carbon for local livelihoods. *World Development* 31(12):2143-2160.
- Sutter, C. 2003. Sustainability check-up: How to assess the sustainability of CDM projects under the Kyoto Protocol. Ph.D. thesis. Zurich, CH, Swiss Federal Institute of Technology (ETH).
- Totten, M; Pandya, S; Janson-Smith, T. 2003. Biodiversity, climate, and the Kyoto Protocol: Risks and opportunities. *Frontiers in Ecology and the Environment* 1(5): 262-270.
- Tschakert, P. 2007. Environmental services and poverty reduction: Options for smallholders in the Sahel, *Agricultural Systems*. *In press*.
- Planificación de proyectos de recursos naturales**
- Imbach, AC; Bouroncle, C; Imbach, AA. 2005. Planificación de proyectos: libro de texto. Turrialba, CR, CATIE. Serie materiales de enseñanza no. 48. 67 p.
- Imbach, AC; Bouroncle, C; Imbach, AA. 2005. Planificación de proyectos: cuaderno de trabajo. Turrialba, CR, CATIE. Serie materiales de enseñanza no. 48. 21 p.
- Imbach, AC; Bouroncle, C; Imbach, AA. 2005. Planificación de proyectos: cuaderno de ejemplos. Turrialba, CR, CATIE. Serie materiales de enseñanza no. 48. 67 p.
- Morán, M; Campos, JJ; Louman, B. Eds. 2006. Uso de los principios, criterios e indicadores para monitorear y evaluar las acciones y efectos de políticas en el manejo de los recursos naturales. Serie Técnica. Informe técnico No. 347. Colección Manejo Diversificado de Bosques Naturales no. 32. 70 p.
- Participación de actores locales en el diseño de proyectos de recursos naturales**
- AED(AcademyforEducationalDevelopment)/CAFS (Centre for African Family Studies). 1998. Empowering communities: Participatory techniques for community-base programme development. Vol. 1: trainer's manual; Vol. 2: participant's handbook. <http://pcs.aed.org/empowering.htm>.
- FAO. 2007. Compartiendo nuestros recursos: participación http://www.fao.org/Participation/espanol/ft_princ.jsp.
- Evans, K; Velarde, SJ; Prieto, R; Rao, SN; Sertzen, S; Dávila, K; Cronkleton, P; de Jong, W. 2006. Field guide to the future. In Bennett, E; Zurek, M. (eds.). *Tour ways for communities to think ahead*. Nairobi, KE, CIFOR / ASB / World Agroforestry Center. 87 p. URL <http://www.asb.cgiar.org/ma/scenarios>.
- Geilfus, F. 2002. 80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación. San Salvador, SV. 208 p.
- Gonsalves, J; Becker, T; Braun, A; Compilan, D; Chavez, H. de; Fajber, E; Kapiriri, M; Rivaca-Caminade, J; Vernoooy, R. 2006. Investigación y desarrollo participativo para la agricultura y el manejo sostenible de recursos naturales. CIP-UPWARD/IDRC. 272 p. http://www.idrc.ca/es/ev-73443-201-1-DO_TOPIC.html.
- Resource centres for participatory learning and action. <http://www.rcpla.org/>.
- Vermeluen, S. 2005. Herramientas de poder: manual, herramientas y recursos para la influencia de la política en la administración de los recursos naturales. Londres, UK, International Institute for Environment and Development. www.policy-powertools.org.
- Tillmann, H; Salas, MA. 1994. Manual de diagnóstico rural participativo para la extensión campesina. Puriscal, CR, PRODAF-GTZ. 180 p.

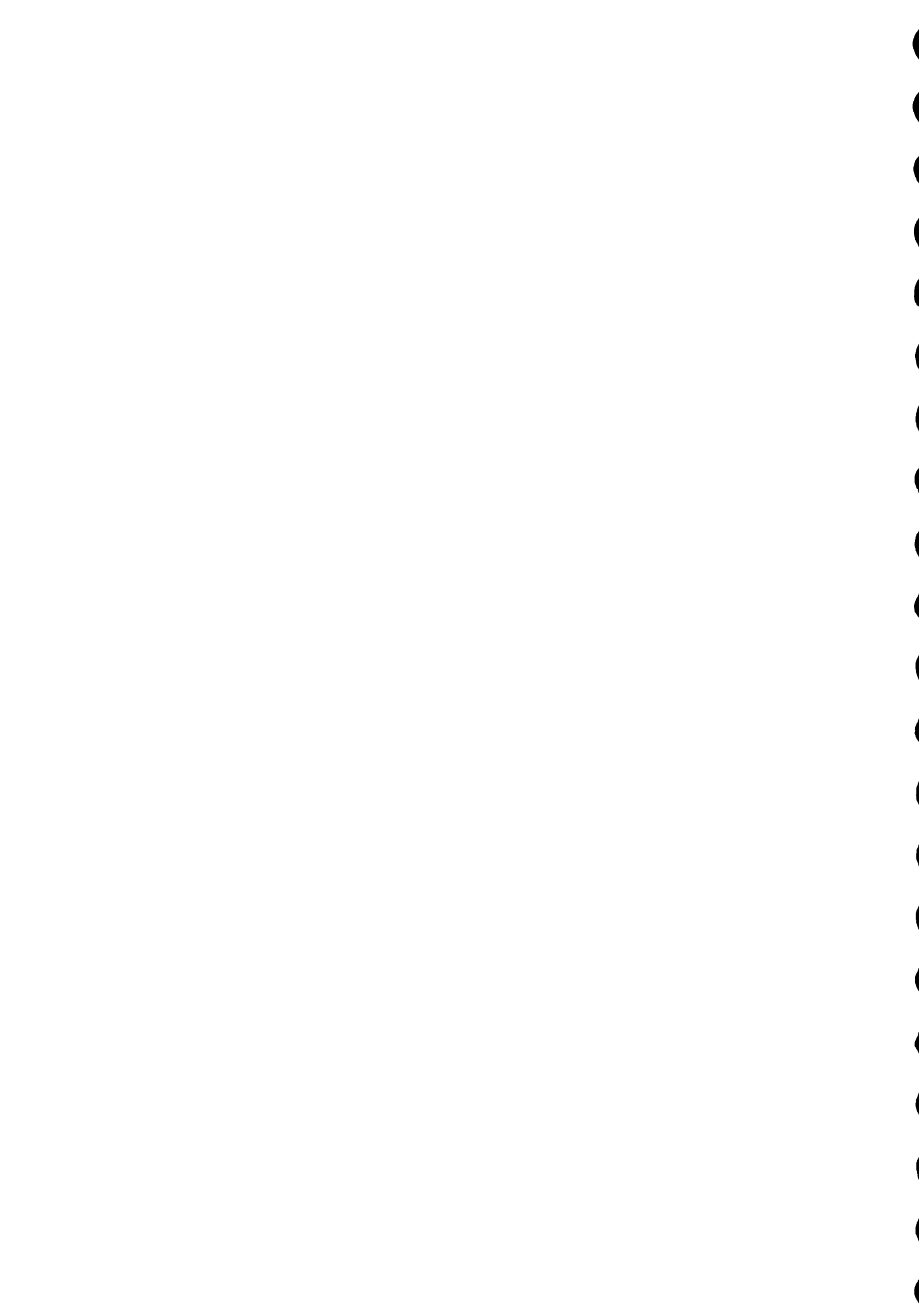
Proyectos de uso del suelo o pagos por servicios ambientales y desarrollo sostenible

- Arias, G. 2004. Análisis del impacto económico y social de las plantaciones forestales en Costa Rica. San José, CR, Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central (Fundecor). 25 p.
- Cossalter, C; Pye-Smith, C. 2003. Fast-wood forestry: Myths and realities. Bogor, IN, CIFOR.
- Miranda, M; Porrás, IT; Moreno, ML. 2003. The social impacts of payments for environmental services in Costa Rica. London, UK, International Institute for Environment and Development. Markets for Environmental Services Series no. 1.
- Miranda, M; Porrás, IT; Moreno, ML. 2004. The social impacts of carbon markets in Costa Rica. A case study of the Huetar Norte region. London, UK, International Institute for Environment and Development. Markets for Environmental Services Series no. 6.
- Ortiz, M; Sage, E; Borge, L; Carvajal, C. 2003. Impacto del programa de pago de servicios ambientales en Costa Rica como medio de reducción de la pobreza en los medios rurales. San José, CR, Unidad Regional de Asistencia Técnica (RUTA). Documento de trabajo no. 8.
- Prabhu, R; Colfer, CJP; Dudley, R. 1998. Guidelines for developing, testing & selecting criteria and indicators for sustainable forest management. Bogor, IN, CIFOR. <http://www.cifor.cgiar.org/acm/pub/toolbox.html>.
- Rosa, H; Kandel, S; Dimas, L. 2003. Compensation for environmental services and rural communities. San Salvador, SV, PRISMA.
- Rosales, RMP. 2003. Developing pro-poor markets for environmental services in the Philippines. London, UK, International Institute for Environment and Development. Markets for Environmental Services Series no. 3.
- Vogel, J. 2002. Markets or metaphors? A sustainable livelihoods approach to the management of environmental services: two cases from Ecuador. London, UK, International Institute for Environment and Development/Quito, EC, Ecodecisión.

7.20 Bibliografía

- CCBA (Climate, Community and Biodiversity Alliance). 2005. Climate, community and biodiversity project design standards. Washington, DC. www.climate-standards.org.
- Columbia University. 2004. Progress toward developing sustainability criteria for the Clean Development Mechanism. Report presented to United Nations Department of Economic and Social Affairs. Authored by graduate students in the MPA Program in Environmental Science and Policy, School of International and Public Affairs, The Earth Institute at Columbia University.
- Chaparro, LR. 2006. AND Structure and CDM Project Approval Process in Five Latin American Countries: Argentina, Brazil, Chile, México, and Peru. CDM Investment Newsletter 2: 7-10.
- Cd4Cdm. 2005. Clean Development Mechanism DDP Guidebook: Navigating the Pitfalls. Roskilde, DK, UNEP Risø Centre on Energy, Climate and Sustainable Development. www.cd4cdm.org.
- Ellis, F. 2000. Rural livelihoods and diversity in developing countries. New York, US, Oxford University Press. 263 p.
- Evans, K; Velarde, SJ; Prieto, R; Rao, SN; Sertzen, S; Dávila, K; Cronkleton, P; de Jong, W. 2006. Field guide to the future. In Bennett, E; Zurek, M. (eds.). Four ways for communities to think ahead. Nairobi, KE, CIFOR / ASB / World Agroforestry Center. 87 p. URL <http://www.asb.cgiar.org/ma/scenarios>.
- Geilfus, F. 2002. 80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación. San Salvador, SV. 208 p.
- Imbach, AC; Bouroncle, C; Imbach, AA. 2005. Planificación de proyectos: libro de texto. Turrialba, CR, CATIE. Serie materiales de enseñanza no. 48. 67 p.
- Kliksberg, B. 2004. Más ética, más desarrollo. Buenos Aires, AR, Temas Grupo Editorial SRL. 2 ed. 225 p.
- Martin, GJ. 1995. Ethnobotany: A methods manual. Cambridge, UK, WWF, UNESCO, Royal Botanic Gardens. 268 p.

- Mayers, J; Vermeulen, S. 2002. Alianzas forestales empresa-comunidad. ¿De acuerdos inequitativos a beneficios mutuos? Una revisión internacional con propuestas para el mejoramiento de los bosques, las empresas y los medios de vida. Londres, UK, Internacional Institute for Environment and Development. 173 p.
- Morán, M; Campos, JJ; Louman, B. (eds.). 2006. Uso de los principios, criterios e indicadores para monitorear y evaluar las acciones y efectos de políticas en el manejo de los recursos naturales. Turriabla, CR, CATIE. Serie Técnica. Informe técnico No. 347. Colección Manejo Diversificado de Bosques Naturales no. 32. 70 p.
- RAFA (Red de Asesores Forestales de la ACDI). 1999. Asuntos forestales: bosques tropicales en disminución: causas de la deforestación. Canada, ACDI. <http://www.rcfa-cfan.org/spanish/s.issues.12-5.html>.
- Robledo, C. 2007. Manual for addressing social and institutional issues. www.joaneum.at/encofor.
- Smith, J; Scherr, SJ. 2002. Forest carbon and local livelihoods: Assessment of opportunities and policy recommendations. Bogor, IN, Center for International Forestry Research. CIFOR Occasional Papers no. 37.
- Tillmann, H; Salas, MA. 1994. Manual de diagnóstico rural participativo para la extensión campesina. Puriscal, CR, PRODAF-GTZ. 180 p.
- UNEP (United Nations Environment Programme, KE). 2004. Global Environment Outlook. User profile and impact study. UNEP, Nairobi, KE.
- Vermeluen, S. 2005. Herramientas de poder: manual, herramientas y recursos para la influencia de la política en la administración de los recursos naturales. Londres, UK, Internacional Institute for Environment and Development.





8 Preguntas frecuentes sobre el sistema de planificación Plan Vivo

Elsa Esquivel*, Sotero Quechulpa*, Adalberto Vargas*, Ben H.J. de Jong**

* Cooperativa AMBIO SC de RL, México

** El Colegio de la Frontera Sur, ECOSUR

8.1 ¿A quién va dirigida esta sección de la guía?

Esta sección está dirigida a los desarrolladores de proyectos que buscan conocer una metodología de planificación para el manejo de los recursos naturales y venta de servicios ambientales por captura de carbono en proyectos que involucran a múltiples propietarios de pequeñas parcelas. La guía se basa en la experiencia desarrollada por el proyecto Scolel Té⁴³ (manejo de recursos naturales y captura de carbono) que desde 1997 se ha dedicado a la compra/venta de servicios ambientales por captura de carbono en pequeña escala con comunidades indígenas de Chiapas, México.

Scolel Té, usa el Sistema Plan Vivo (SPV) como herramienta para la planificación del uso de los recursos naturales a nivel individual o colectivo⁴⁴. Este proyecto ha comercializado carbono en el mercado voluntario; sin embargo, su estructura técnica y operativa a nivel de campo puede ser una experiencia útil para planificar proyectos MDL. En caso de ser necesario se hace referencia a otras guías ya publicadas sobre MDL.

8.2 ¿Por qué es útil conocer el sistema de planificación Plan Vivo?

Debido a lo complejo que puede ser un proceso de planificación, es necesario contar con una herramienta que facilite a personas, grupos o comunidades, la organización de las acciones y actividades encaminadas a la planificación del uso de los recursos naturales a nivel individual o colectivo, así como el seguimiento técnico y administrativo de proyectos, para acceder al mercado de servicios ambientales por captura de carbono. El SPV se ha aplicado de manera general como herramienta de planeación para el manejo de los recursos naturales, por ejemplo, en el manejo integral del fuego, o en actividades de mejoramiento productivo. Por su flexibilidad y funcionalidad, el SPV puede emplearse con proyectos de forestación, reforestación y conservación. Además, no es de uso restringido para proyectos que comercian el servicio de captura de carbono en el mercado voluntario. También se ha utilizado con éxito en diferentes grupos y comunidades con objetivos muy particulares y condiciones distintas. Entre los países en los que se ha probado

⁴³ Colaboraron en el desarrollo de Scolel Té: AMBIO, el Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), The Edimburg Carbon Centre Management (ECCM), organizaciones sociales, técnicos comunitarios y productores participantes en el proyecto.

⁴⁴ El Sistema Plan Vivo (www.planvivo.org) es una marca registrada de BR&D (www.brd.org), una entidad sin fines de lucro que busca resguardar las reglas y normas del sistema, registrar los proyectos y carbono emitido y garantizar la certificación de créditos.

el SPV están Uganda, India y Mozambique. (Anexo 1). En esta guía se presenta la parte organizativa y la forma de operación de los proyectos del SPV.

8.3 ¿En qué principios se basa el Sistema Plan Vivo (SPV)?

Se basa en los principios de verificabilidad, transparencia, facilidad, funcionalidad y flexibilidad (figura 17). El proceso de planificación promovido por SPV permite que los involucrados reflexionen sobre sus propias metas y procesos, tratando de ser menos vulnerables a factores externos. Además, todos los involucrados en el proceso participan en la planificación, lo cual les permite visualizar y priorizar las actividades más trascendentes, marcar los compromisos de cada uno y reducir los riesgos de no cumplimiento. Por otra parte, el SPV cuenta con mecanismos de seguimiento, monitoreo y evaluación, de manera que las acciones que se realicen sean verificables y transparentes ante los compradores del servicio ambiental. La flexibilidad se consigue a través de la organización de actividades de proyecto basadas en los recursos e intereses de los participantes, de tal modo que la planificación no quede solo en el papel, sino que sea totalmente funcional.

8.4 ¿Cómo pueden involucrarse las diferentes instituciones en las propuestas de servicios ambientales por captura de carbono?

Para llevar a cabo un proyecto de servicios ambientales, es necesario asegurar la participación de diferentes instituciones u organizaciones que apoyen y fortalezcan los procesos identificados. Por ello es importante reconocer el papel de cada una dentro de los procesos definidos, de tal forma que su presencia sea complementaria pero no indispensable.

- Organizaciones sociales de base o grupos interesados: constituyen la parte central del proceso; es el sector que debiera llevar el liderazgo, tomando en cuenta que las necesidades e intereses deben ser identificados por las comunidades, mediante un proceso transparente y organizado.
- Instituciones gubernamentales: una vez que las comunidades o grupos hayan identificado sus necesidades y requerimientos y hayan definido objetivos claros, se acude a los entes gubernamentales para buscar aquellos programas que ayuden a alcanzar las metas o refuercen los procesos.

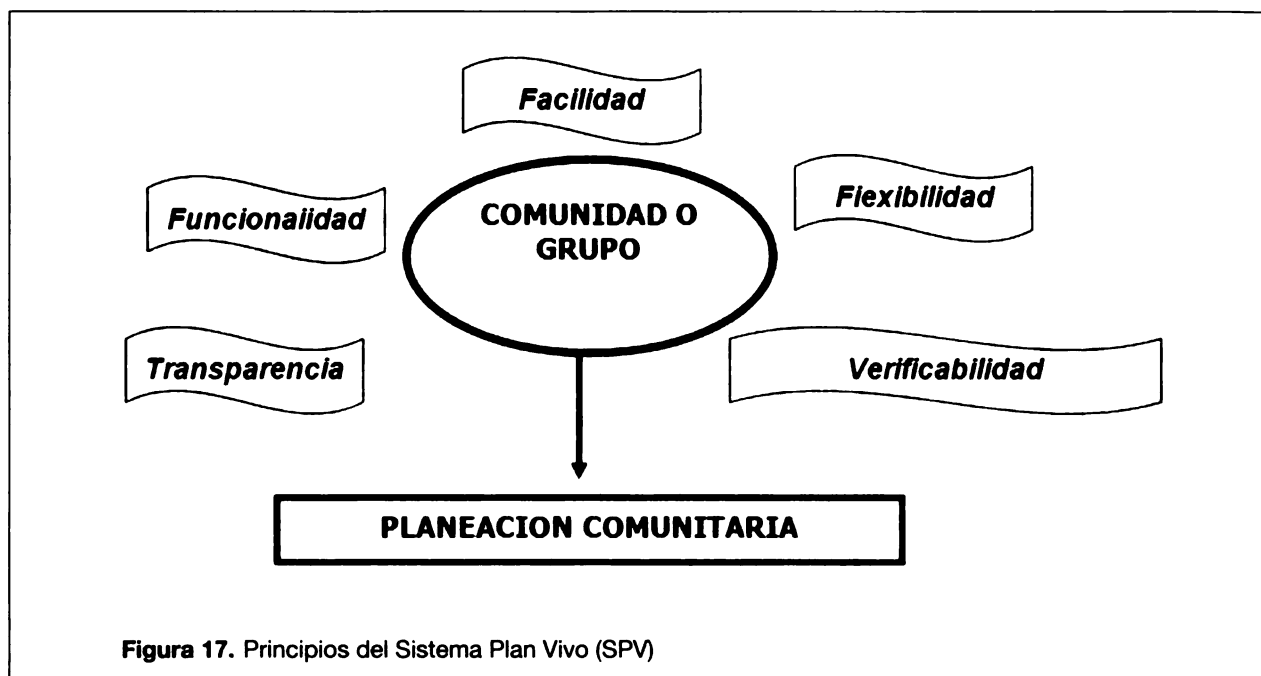


Figura 17. Principios del Sistema Plan Vivo (SPV)

- Instituciones académicas: es necesario que el trabajo sea apoyado por instituciones académicas que fundamenten la propuesta, principalmente en la definición de la línea base y en aspectos metodológicos para la ejecución de la misma.
- Equipo técnico (ONG): este actor puede actuar como coordinador externo; su función es únicamente de apoyo para el seguimiento de las acciones y organización de algunos procesos. Las mismas comunidades deben ser siempre quienes dirijan y tomen las decisiones según lo crean conveniente, dentro del marco de opciones que ofrece el tipo de proyecto en desarrollo.
- Cuentas: en la venta de servicios ambientales o cualquier otro proyecto que implique procesos de largo plazo, es recomendable la creación de una cuenta bancaria con reglas claras para el manejo de fondos (reportes de ingresos-egresos, responsabilidades, etc.), como por ejemplo un fideicomiso. Este mecanismo proporciona seguridad a los compradores y/o donantes de que los recursos son y serán ejecutados conforme a lo establecido en el convenio. Además, esto ayudaría a lograr acceso a otras fuentes de financiamiento. Se recomienda que el fideicomiso sea manejado por un comité técnico en el que tengan participación los diferentes actores involucrados; tal comité debe regirse por reglas de participación para que no se pierdan los objetivos, por intereses particulares.

La comunidad o grupo debe tener claro que la planificación de las acciones pasa forzosamente por una relación entre los diferentes actores (figura 18); tales relaciones deben darse en función de los objetivos y duración del proyecto.

8.5 ¿Cómo se seleccionan las comunidades o grupos participantes en los proyectos de servicios ambientales por captura de carbono?

La selección de comunidades o grupos participantes es el primer paso de la planificación de un proyecto. Inicialmente es importante conocer cuáles son los diferentes intereses al interior del grupo

o comunidad para poder enmarcar el tema de la venta de servicios ambientales e integrarla dentro sus expectativas (figura 19). Hay tres criterios de selección de grupos o comunidades que son de primordial importancia.

8.5.1 Antecedentes del grupo o comunidad

Es importante conocer el desempeño de la comunidad en otros proyectos, cómo los han desarrollado, los problemas que se presentaron, la trayectoria del grupo organizado; asimismo, la participación actual en alguna propuesta de interés común y cuál es su auto-evaluación grupal.

8.5.2 Organización

Es recomendable, aunque no necesario, trabajar con comunidades o grupos que estén involucrados en actividades que requieren de un cierto grado de organización, como la producción y comercialización de café orgánico o de otros productos, ya que esto facilita el proceso que se quiere iniciar.

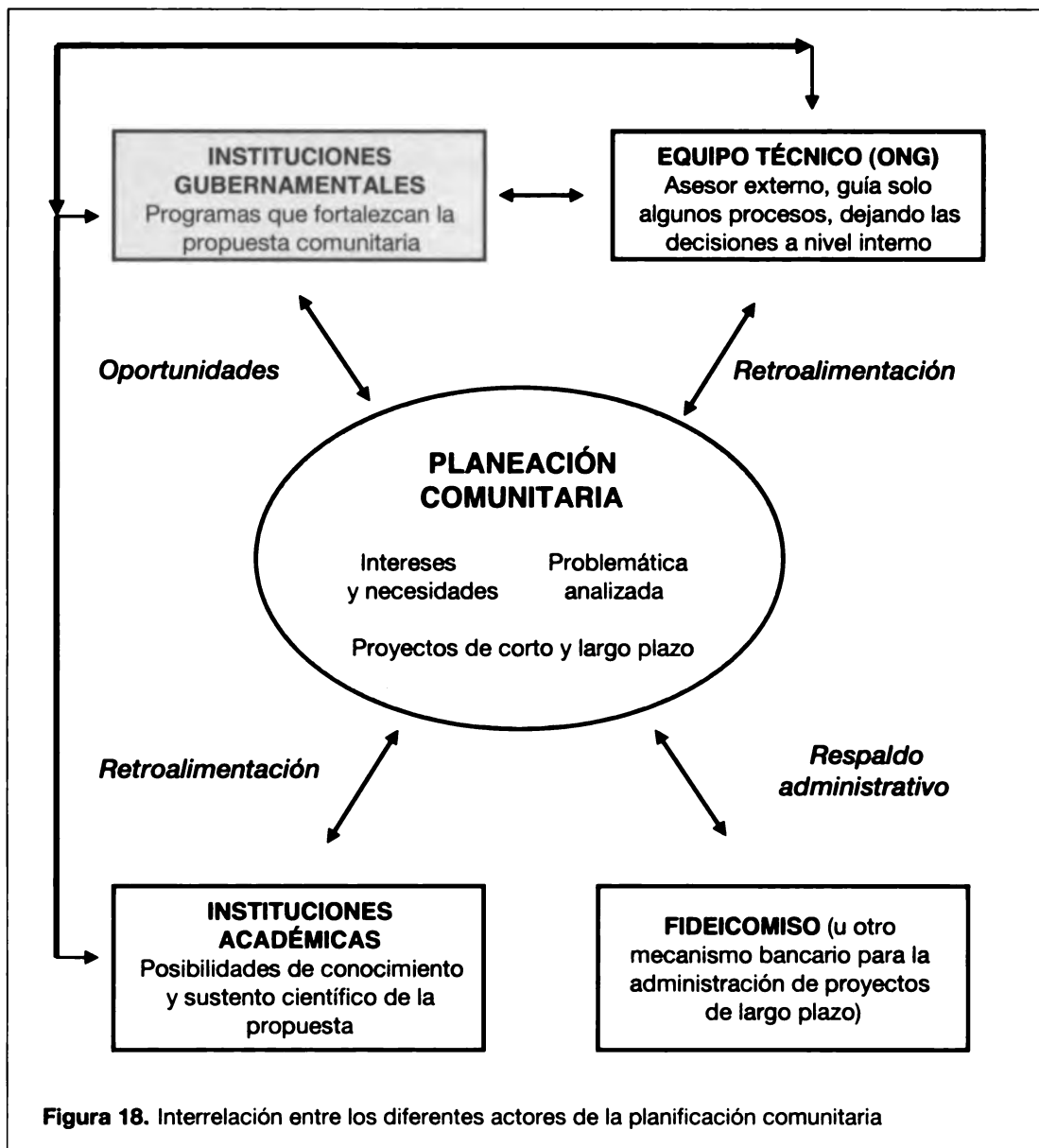
8.5.3 Conflictos internos

Se debe conocer si existen conflictos al interior del grupo o comunidad o entre el grupo y otros actores por el manejo de los recursos naturales, por problemas agrarios o por la posible participación de la comunidad en el proyecto.

8.5.4 Selección de técnicos comunitarios

Ya seleccionado el grupo o comunidad, es importante que se nombre lo antes posible un técnico comunitario que les represente, para dirigir los procesos que se desarrollen desde el interior del grupo. Es importante que la designación de los técnicos comunitarios la realice la asamblea comunitaria o bien el grupo, según el desenvolvimiento de las personas propuestas. De manera general podemos mencionar algunos indicadores para la selección de los mismos.

- interés en participar
- un buen grado de responsabilidad
- buenos antecedentes al interior del grupo o comunidad
- iniciativa
- disposición para el aprendizaje



Paulatinamente, las funciones que desarrolla el personal técnico se pueden ir delegando en los técnicos comunitarios, en la medida que sus capacidades lo permitan, con el fin de tener una mejor cobertura y disminuir costos.

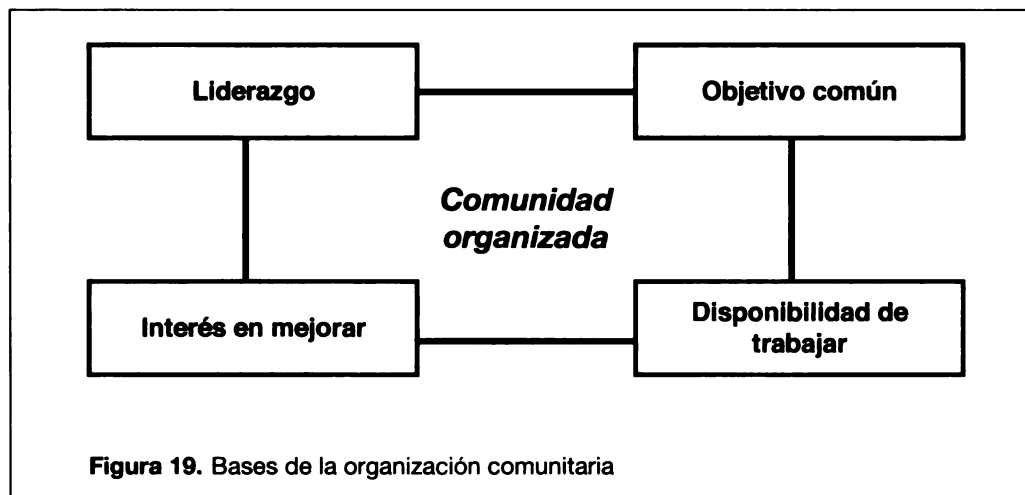
8.5.5 Establecimiento de acuerdos de participación

Una vez que la comunidad identifica el proceso que se realizará, la distribución de los tiempos, la selección de los técnicos comunitarios y, sobre todo, su interés por participar en la propuesta, se

procede a establecer acuerdos comunitarios para definir los compromisos y obligaciones de cada una de las partes involucradas (Anexo 2).

8.6 ¿Qué es lo más importante para iniciar un SPV?

La capacitación del grupo y técnico comunitario es una de las bases esenciales para el desarrollo de los proyectos. Desafortunadamente es en esta parte del proceso donde muchas comunidades y organizaciones de productores no pueden invertir capital



humano ni recursos económicos, por lo que en la mayoría de los casos mantienen una dependencia continua de la asesoría externa. La capacitación de jóvenes en las comunidades se ha dado en aquellas organizaciones que tienen un objetivo común, como por ejemplo para el aprovechamiento y/o manejo forestal, la venta de un servicio ambiental o de algún producto del mercado orgánico.

La experiencia con muchos grupos ha demostrado que los técnicos comunales capacitados fortalecen la organización, ya que se respaldan los procesos y hacen que los problemas técnicos y operativos se resuelvan de forma más rápida y eficaz.

8.7 ¿Cuáles son los temas de capacitación importantes para proyectos de servicios ambientales por captura de carbono?

La capacitación debe plantearse a partir de los objetivos y las metas que las comunidades hayan trazado inicialmente y debe darse de lo general a lo particular. En el caso del servicio ambiental captura de carbono, la capacitación se inicia con los aspectos generales que permitan conocer y entender la problemática del cambio climático, para luego seguir con el concepto de captura de carbono, el porqué y el cómo se produce, como se comercializa, quiénes participan, la forma de trabajo, etc.

Debido a que la venta del servicio ambiental “captura de carbono” se basa en la forestación y/o reforestación y en la implementación de sistemas forestales y agroforestales, esta parte técnica es la más importante, ya que es donde la comunidad o cada uno de los productores definen su forma de participación.

En la capacitación se afinan los detalles de las acciones; de aquí la importancia de que se entienda y comprenda lo que se va a realizar. Debido a estos nuevos conocimientos, es totalmente válido que algunas acciones planteadas puedan cambiar con el tiempo, una vez que se tienen más elementos técnicos.

Para apoyar el proceso y la capacitación, es recomendable desarrollar—de manera participativa y complementada con investigación bibliográfica—especificaciones técnicas para los sistemas productivos que se implementarán. Dichas especificaciones deben incluir el manejo técnico básico, los criterios de monitoreo, costos de implementación, etc. Algunos ejemplos de especificaciones pueden ser consultados en la página www.planvivo.org.

8.8 ¿Por qué es importante el intercambio de experiencias entre comunidades?

El intercambio de experiencias es un aspecto muy importante dentro de cualquier proceso de planificación y aprendizaje; por ello, es recomendable

realizarlo una vez que los objetivos son claros para el grupo. El acercarse a experiencias o trabajos parecidos a los que se van a realizar, puede favorecer la tomar de decisiones y ampliar ideas (figura 20).

8.9 ¿Cómo definir intereses comunes en el grupo o comunidad?

Hay una serie de preguntas básicas para definir los objetivos e intereses como grupo, ya que es muy probable que la comunidad o grupo tengan muy claro lo que quieren realizar. Sin embargo, el analizarlo de manera más formal ayudará a reafirmar sus objetivos desde la perspectiva actual y, quizás, a considerar aspectos que habían dejado de lado.

La comunidad puede plantearse varias preguntas a través de las cuales podrá identificar sus objetivos y necesidades (figura 21). Quizás, debido a las particularidades de cada caso, algunas de estas preguntas ya tengan una respuesta; también es posible y válido agregar preguntas complementarias, o que ayuden a fortalecer la propuesta. Ninguna pregunta está aislada de las otras; por eso al ir resolviendo las dudas surgen nuevas preguntas. A manera de ejemplo ilustrativo, (figuras 22 y 23) se muestran algunas actividades que se han implementado en el sistema de mantenimiento de áreas de reserva del proyecto Scolel Té. Algunas de las actividades se han conectado con otros proyectos.

8.10 ¿Cómo se hace la planificación mediante el SPV?

La herramienta de planificación Plan Vivo está basada en la elaboración de mapas comunitarios donde se detallan las acciones específicas que se requieren para el proyecto, así como un calendario de trabajo que facilite la aplicación. En este proceso, los pobladores únicamente necesitan los conocimientos acerca de su entorno, sus sistemas productivos, la ubicación de los mismos, y las áreas en las que se establecerán las parcelas de captura de carbono. Esta misma metodología puede ser aplicada para crear planes vivos individuales y/o colectivos para aquellos productores interesados en planificar el uso de terrenos de manera individual.

8.11 ¿Cómo se elabora un Plan Vivo a nivel comunitario?

Paso 1: Marcar en un mapa base la situación actual; hay que resaltar lo siguiente:

- límites de la comunidad
- ríos, arroyos, cerros y otras características naturales de importancia
- carreteras, caminos y brechas
- escuelas, templos, casas ejidales, etc.
- usos actuales del suelo (áreas de cultivos, ganaderas o forestales); definir los tipos y de ser posible las superficies de cada una
- fuentes de agua
- líneas eléctricas y tuberías

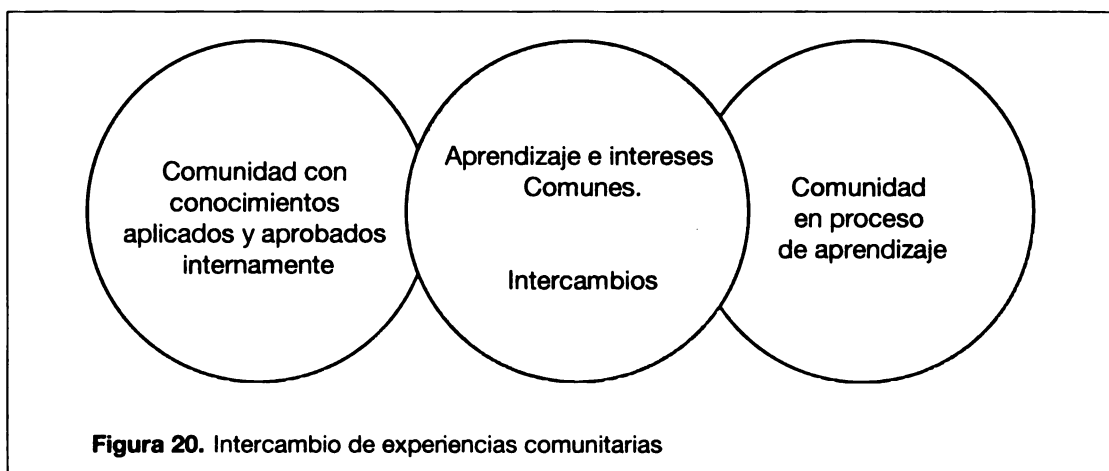
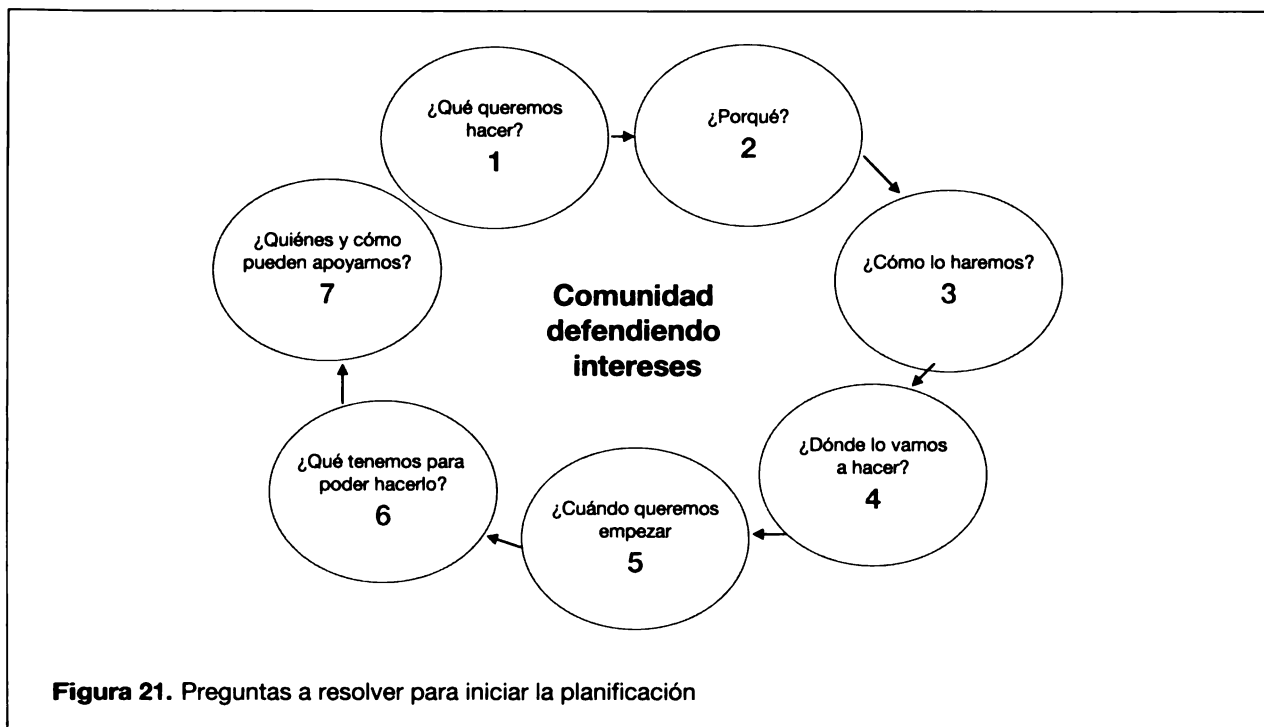


Figura 20. Intercambio de experiencias comunitarias



- nombre del dueño de cada parcela (dependiendo del detalle que se desee)

En el Anexo 3 se ofrece un ejemplo de un plan vivo comunitario.

Paso 2: Una vez realizado el croquis o mapa base de uso actual, se sobrepone una hoja transparente sobre la cual se marcan las áreas en donde se piensa realizar las actividades del proyecto a corto

y mediano plazo. Estas actividades se analizan y evalúan de acuerdo con las preguntas planteadas (figura 21).

Para los proyectos identificados como inmediatos hay que definir:

- actividades que hay que realizar para lograr el objetivo
- programación de las actividades
- número de jornales y costo de materiales



- fecha de inicio
- fechas de trabajo
- costo total

Paso 3: Se inicia la toma de acuerdos: ¿quién(es) va(n) a ser el o los técnicos comunitarios?, ¿cuáles actividades se van a desarrollar?, ¿quién las va a ejecutar?, ¿cuándo? Además, hay que poner por escrito los acuerdos para que quede evidencia de los mismos.

Paso 4: Paralelamente a las acciones anteriores es necesario ir informando a los diferentes actores involucrados acerca del proceso completo. Debido a lo compleja que puede ser la organización, planificación y definición de acciones, es recomendable contar con la participación de un facilitador, de preferencia una persona externa pero familiarizada con el trabajo comunitario. El proceso toma varios días para que los participantes reflexionen y lleguen a acuerdos consensuados.

8.12 ¿Cómo se elabora un Plan Vivo individual?

El objetivo de los planes vivos individuales es hacer una planificación a nivel de cada una de las parcelas que los productores tienen, o por lo menos de aquellas en donde se van a desarrollar las actividades del proyecto. Este plan puede actualizarse, cambiarse o modificarse las veces que sea necesario antes del establecimiento del sistema.

Paso 1: Además de los aspectos mencionados en el paso 1 del nivel anterior, hay que recabar, como mínimo, la siguiente información (figura 24):

- nombre del productor
- tenencia de la tierra
- nombre de la comunidad
- número de referencia o control
- tomando como referencia caminos, escuelas, etc., marcar todas las parcelas del productor

(área agrícola, área ganadera, áreas en descanso, bosque, solar, etc.)

- superficie de cada parcela y superficie total

Paso 2: Los datos anteriores se dibujan en una hoja blanca, a la cual se le sobrepone una hoja transparente en donde se marcan las parcelas en las que se establecerá el sistema forestal del proyecto (figura 25).

Paso 3: De cada una de las parcelas se definen actividades a través de un cronograma de trabajo, incluyendo los gastos y materia prima (cuadro 29).

Paso 4: Los planes vivos que se realizan para la venta del servicio ambiental por captura de carbono, además de los pasos anteriores deben ser muy específicos en aspectos como:

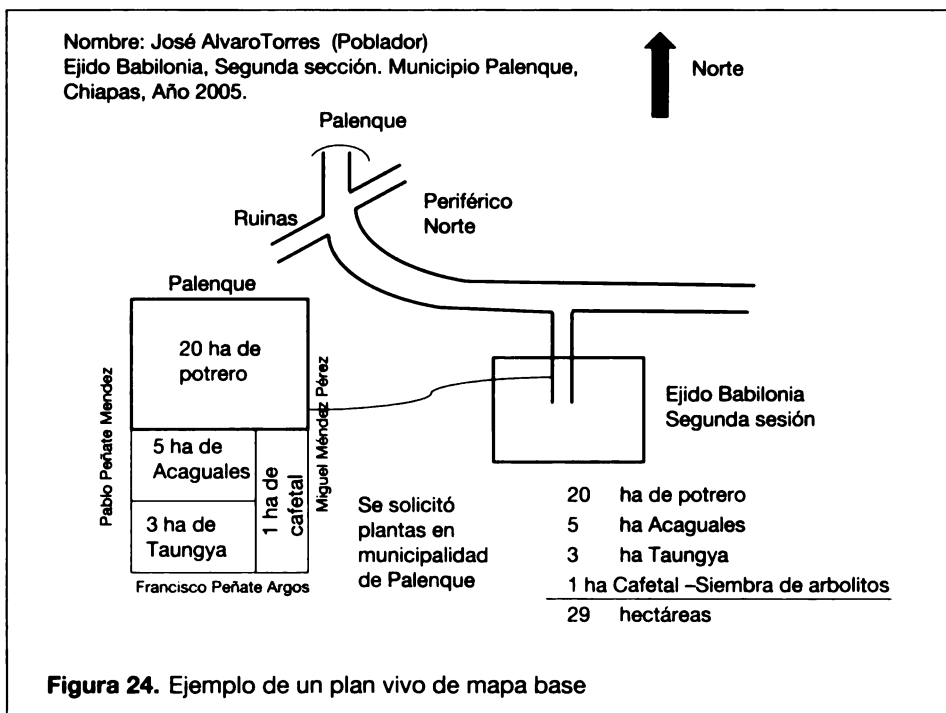
- El sistema forestal o agroforestal que se va a establecer para la venta del servicio ambiental
- Las especies de árboles que se van a usar
- La distancia de siembra
- Los objetivos de la siembra (madera para venta, autoconsumo)
- El número de árboles a establecer

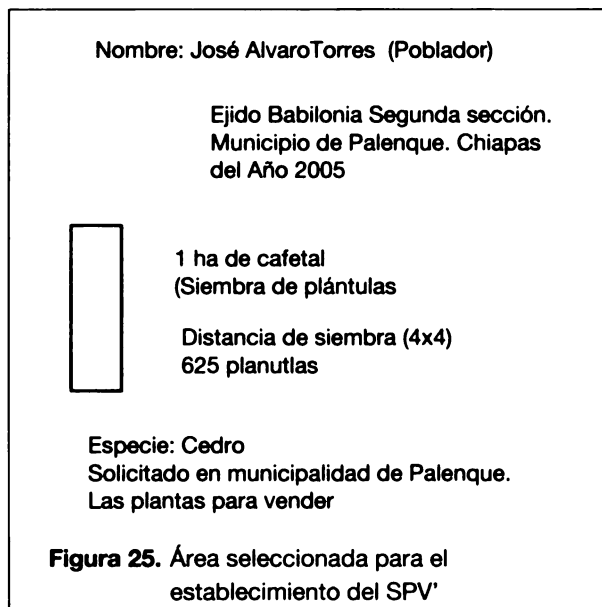
8.13 ¿Cómo se evalúa un Plan Vivo?

Los planes vivos se evalúan con el objetivo de ver si cubren los aspectos técnicos básicos mínimos de acuerdo con las especificaciones técnicas; además, se trata de determinar las consecuencias económicas y sociales, y la viabilidad de la propuesta para la venta del servicio ambiental. La evaluación ayuda a aclarar dudas o a replantear las propuestas de trabajo, en caso de que la propuesta no sea viable. La evaluación se puede hacer siempre que el plan vivo tenga la información básica (ver Anexo 4) y que se contesten de forma clara las preguntas empleadas en la formulación del mismo.

8.14 ¿Cómo y dónde se registran los planes vivos?

Una vez que el plan vivo haya sido evaluado positivamente, se registra la información en una base de datos (cuadro 30). Además del archivo digital (figura 26), se crea un archivo físico para cada productor; allí se guarda el plan vivo elaborado por el productor, los formatos de monitoreo, los recibos de pagos, actas o aclaraciones, las cartas de





Cuadro 29. Calendario de trabajo para el establecimiento del sistema Plan Vivo

Nombre: Jose Álvaro Torres (Poblador)				
Municipio de Palenque, Chiapas. Año 2005				
Actividad	Fecha	N° Jornales	Costo	Total
Brecha	21-jul-05	10	60	600
Balisa	04-ago-05	5	60	300
Siembra	06-sep-05	4	60	240
1 Limpia	09-dic-05	6	60	360
2 Limpia	07-mar-06	6	60	360
3 Limpia	28-jul-06	3	60	180
Resiembra	04-sep-06	6	60	360
4 Limpia	08-dic-06	6	60	360
5 Limpia	04-abr-07	4	60	240
Poda	11-abr-07	6	60	360
6 Limpia	18-abr-07	2	60	120
Resiembra	07-ene-00	6	60	360
7 Limpia	04-oct-07	6	60	360
8 Limpia	05-abr-08	2	60	120
Fumigación	06-ago-08	2	60	120
Resiembra	14-sep-08	6	60	360
9 Limpia	03-ene-09	6	60	360
10 Limpia	04-oct-09	6	60	360
				5520

compromiso firmadas, una libreta de pagos por carbono y los acuerdos de trabajo en el proyecto.

8.15 ¿Cómo se establece un Plan Vivo?

En esta fase, el productor debe tener claro lo que va a hacer y dónde. Sin embargo, en caso de que no se hayan evaluado inicialmente aspectos ambientales (suelos inundables, de baja calidad, distancias de siembra, especies, etc.) se pueden hacer modificaciones, ya que es mejor hacer cambios antes de que se establezca la plantación.

Con el fin de que el establecimiento se apegue a la planificación, el productor debe quedarse con una copia de su plan vivo, para que recuerde los aspectos técnicos y, de ser necesario, los discuta con el técnico comunitario nombrado en la comunidad. Los trabajos en el campo deben hacerse, en la medida de lo posible, según lo establecido en el calendario de trabajo que inicialmente se hizo. No obstante, el productor tiene la potestad de modificar el calendario de acuerdo con su disponibilidad de tiempo.

Durante el establecimiento se deben cuidar aspectos como las especies forestales que se van a establecer y las distancias de siembra. Es importante que en caso de que hubiera modificaciones a lo que se había planteado inicialmente en el Plan Vivo, estas se marquen en el documento mismo, con la finalidad de que este refleje lo que realmente se está haciendo en el campo.

8.16 ¿Cómo se realiza el monitoreo y seguimiento del plan vivo?

Muchas veces los proyectos terminan sin que se haya implementado un programa de seguimiento. Esto puede deberse a que no hay recursos para hacerlo, o bien porque no se tiene una visión clara sobre lo que se está haciendo o lo que se pretende alcanzar. El monitoreo y seguimiento deben enfocarse en reconocer y evaluar las actividades que se están ejecutando, si estas se hacen de manera correcta y en el momento oportuno; lo que se busca es garantizar que las actividades del proyecto respondan a las necesidades que se presentan en campo.

Cuadro 30. Datos generales del productor participante en el SPV

Información	Detalles
Número de referencia	Una vez evaluado, se adjudica una clave o número de referencia a cada plan vivo, el cual se coloca también en el expediente físico, uno por productor. Esa clave se forma con el número de la zona o región en donde se ubica el plan vivo y un número consecutivo.
Nombre del productor	Se anota el nombre completo oficial del productor; se omiten apodos o seudónimos.
Comunidad	Nombre del ejido o comunidad de procedencia del plan vivo y municipio.
Sistema que se va a trabajar	Primero se determina si es un sistema forestal o agroforestal, después se señala el tipo de sistema que se va establecer.
Superficie a sembrar	Cantidad de terreno que se dedicará a esta actividad.
Año de siembra	Aunque la siembra puede llevar más de un año, se considera el año en que se empezó a sembrar los árboles.

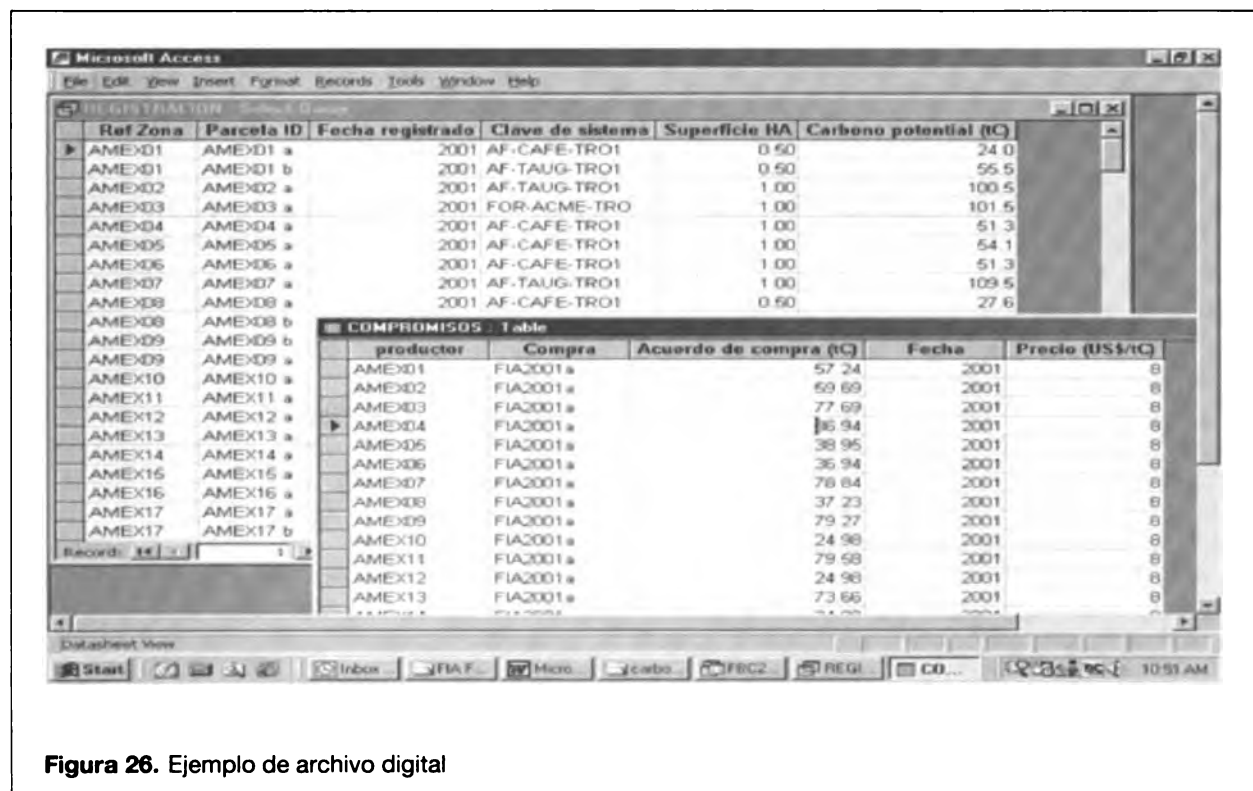


Figura 26. Ejemplo de archivo digital

En el caso de las parcelas donde se establecen las plantaciones para la captura de carbono, el monitoreo se realiza con el objetivo de verificar que la siembra se hizo de manera correcta, con las especies adecuadas para la región, con el distanciamiento previsto y, además, detectar problemas

como presencia de plagas o enfermedades y asegurarse de que los árboles crecen de acuerdo a las estimaciones. Para ello se han diseñado criterios técnicos que permiten verificar que los trabajos que se están haciendo en el sistema forestal o agroforestal lleguen a buen término. Estos criterios

deben haber sido registrados en las especificaciones técnicas del sistema (cuadro 31).

Cuadro 31. Indicadores de monitoreo de sistemas agroforestales usados por Scolel Té

Año	Indicadores
1	33% parcela establecida
2	66% parcela establecida
3	100% sobrevivencia mayor al 85%
5	dap promedio
10	dap promedio
15	dap promedio

En el proyecto de captura de carbono Scolel Té durante los tres primeros años de monitoreo se evalúa el establecimiento de la plantación, la sobrevivencia de las plántulas y el número de árboles establecidos según lo planificado en el SPV (Anexo 5). En los años 4 y 5 se empiezan a monitorear las condiciones fitosanitarias, formación del árbol (manejo de podas), etc. Estos monitoreos tienen como objetivo cuidar aspectos relacionados con la calidad del producto. En los años subsecuentes sigue siendo importante el manejo, pero de una forma más dirigida a través de aclareos y manejo de la plantación.

8.16.1 ¿Cómo se monitorea la captura de carbono?

El monitoreo de la captura de carbono en los sistemas forestales y agroforestales se basa en especificaciones técnicas relacionadas con el aumento de cobertura logrado. A continuación se describe el proceso por medio del cual se acredita carbono a los sistemas.

Para la verificación de campo, primero se realiza el monitoreo del 100% de las parcelas establecidas, con la ayuda de los técnicos comunitarios. Posteriormente, los técnicos del proyecto verifican el 10% de las parcelas de manera aleatoria. Se considera que los resultados son aceptables si no son significativamente diferentes (variación

no mayor al 10%). En caso de que exista una diferencia mayor, se amplía el rango de muestreo de control para detectar posibles fallas; en caso extremo, se monitorea el 100%. Con la finalidad de tener un mejor control de las verificaciones, estas se registran en la base de datos y en el archivo físico.

Si los resultados de monitoreo y verificación concuerdan con los criterios técnicos establecidos en las especificaciones técnicas, se acredita en la base de datos para asignar el 100% de lo correspondiente al año de pago. De no ser así, se asigna un pago proporcional a la cobertura que se tenga en campo.

En el caso de proyectos MDL, los técnicos comunitarios capacitados hacen el monitoreo según una metodología previamente definida y los técnicos profesionales hacen el control de calidad en el 10%. Siempre es conveniente georeferenciar todas las parcelas en el primer monitoreo (Anexo 6).

8.16.2 ¿Cómo se registra la información sobre la captura del carbono?

Como ya se mencionó antes, es importante tener información actualizada de las actividades de campo y de la administración. Es recomendable que tanto los técnicos comunitarios como los encargados del proceso conozcan la información, lo que les permitirá resolver rápidamente posibles problemas que surjan por motivos internos o ajenos al proyecto.

Los dos tipos de archivos propuestos, uno digital y otro físico, ayudan a que efectivamente la información esté disponible para quien la necesite. El primero tiene como ventaja su facilidad de manejo y actualización; la desventaja es que es accesible a un número reducido de personas. El archivo físico tiene como principal ventaja que es accesible a más personas, es fácil de manipular y se puede llevar a todas partes; la desventaja es que su actualización siempre es más complicada. Se recomienda tener ambos sistemas, ya que cada uno cumple con un objetivo concreto, además, con el apoyo de los dos la información puede ser verificable de forma confiable, con lo cual se tienen menos errores de seguimiento.

Para el caso de la venta de servicios ambientales por captura de carbono, se cuenta también con un archivo digital en el programa Access y uno de forma física. El archivo digital está conformado por secciones de información (cuadro 32).

8.17 ¿Cómo se administra un plan vivo?

En cualquier tipo de propuesta, la administración siempre es un área delicada, ya que a menudo se desvían los recursos para actividades diferentes que no están ligadas a la propuesta. Por eso es importante que los recursos queden bajo algún tipo de protección: fideicomiso, cuentas vinculadas o mancomunadas. En el caso de la venta de servicios ambientales por captura de carbono es necesario que se cumpla con algunas actividades

mínimas, de acuerdo a las especificaciones técnicas, para que se puedan hacer los pagos correspondientes por carbono a los productores y comunidades. Esto debe quedar muy claro a los productores.

En el caso de Scolel Té, del total de carbono que se espera capturar por superficie y sistema, se estableció un compromiso de compra con el productor por el 80% en los primeros cinco años y del 100% hasta el año 10. El comprador paga por la cantidad estimada, y el vendedor se compromete a capturar esa cantidad a través de sus sistemas forestales o agroforestales. El vendedor recibe el pago total por la venta de carbono en los primeros 10 años, aunque queda claro que su compromiso es realmente hasta que la plantación cumpla su ciclo de corta: de 20 a 40 años dependiendo de las

Cuadro 32. Información incluida en la base de datos de Scolel Té

Tipo de información	Tablas	Detalles
Características generales de los planes vivos	Productores	Se otorga una clave a cada uno de los productores; esta es la misma para todas las tablas que se generen. El registro de productores incluye el nombre completo del productor, el nombre de su comunidad y del municipio al que pertenece.
	Registro de planes vivos	Una vez que los planes vivos han sido evaluados, se registran en la base de datos con la clave del productor. Si un productor tiene más de una parcela, se ingresa la clave más un número correlativo; para cada parcela se añade la superficie (ha), año de siembra y sistema forestal o agroforestal que se establecerá.
	Compromisos de carbono	A cada uno de los productores registrados y por parcela se les asigna un comprador de carbono y una cantidad de compra, de acuerdo al sistema y superficie registrada, la fecha de inicio del compromiso y el precio al cual se le está comprando el carbono.
Seguimiento	Monitoreo	En formato digital se archiva el seguimiento de los monitoreos y evaluación de los trabajos de campo. Se tiene el registro por año y por parcela o comunidad y en cada uno de ellos se señala el carbono que se acredita año con año y la suma del total.
	Transacciones	Los pagos sobre la captura de carbono se realizan una vez que se han hecho los monitoreos de campo. Cada vez que se paga al productor, la venta se registra en la base de datos; los detalles de este registro son: la clave del comprador, el año de venta, la cantidad de carbono vendida, el precio de venta y la cantidad que se le depositó por esa venta (en dólares y moneda nacional).
	Retiros de dinero	Una vez que el productor hace una venta de carbono, se registra el retiro de la venta. Los datos principales son la clave del productor, el año de la venta y la cantidad de carbono vendida, la cual tiene que coincidir con las tablas de transacciones.
Informativas	Compradores de carbono	Cada uno de los compradores de carbono se encuentra registrado en la base de datos, con la cantidad de carbono que está comprando, el año de compra y el precio que paga.
	Características de los sistemas	Hasta ahora, los sistemas se han dividido en forestales y agroforestales; cada uno tiene una clave y una breve descripción.

especies establecidas, los sistemas y la zona. Se espera que con este sistema, una vez que se de el primer ciclo de corta, los productores comprueben que la actividad es rentable y quieran continuar con la venta de servicios ambientales. En las especificaciones técnicas se tiene contemplado que el productor tenga tres o cuatro ciclos de corta (100 años para clima tropical y 150 años para clima templado). Pero por supuesto esto dependerá de la rentabilidad de los sistemas establecidos y de la cultura forestal que se haya adquirido.

Para que los pagos por la venta del servicio ambiental de captura de carbono puedan realizarse es necesario seguir cierto procedimiento, el cual se describe a continuación.

Año 1: 18% del total

Año 2: 18% del total

Año 3: 18% del total

Año 4:
No hay pago

{ Es necesario que se siga con el manejo de la plantación, ya que este se reflejará en los años siguientes.

Año 5:
18% del total

{ Se empiezan a evaluar las cantidades de carbono que se están capturando, así como el manejo de la plantación (sanidad, podas, aclareos, etc.).

Año 10:
18% del total

{ Se continúa con la evaluación de la cantidad de carbono, las condiciones generales de la plantación y el mantenimiento para lograr madera de buena calidad.

En total se paga el 90% del carbono acreditable; el resto se maneja como un fondo de garantía para posibles pérdidas de carbono por incendios forestales, plagas, sequía o cambio de uso de suelo. Es decir, alguna externalidad que ponga en riesgo o acabe con el sistema de manera parcial o total.

La **forma de pago** es la misma para todos los productores; lo que varía son las cantidades de acuerdo a los sistemas establecidos y las superficies. Del año 10 hasta la cosecha, el monitoreo busca controlar la permanencia de la plantación y el manejo de la misma, así como la calidad de la madera. El objetivo es que el productor espere el tiempo necesario para el aprovechamiento de la madera para la venta y el autoconsumo.

Debido al largo tiempo que cubre esta propuesta y lo difícil que puede llegar a ser para el productor, se recomienda que este tipo de actividades se enlacen con otras propuestas de mediano y corto plazo.

8.18 ¿Qué recomendaciones se pueden hacer a los usuarios de SPV?

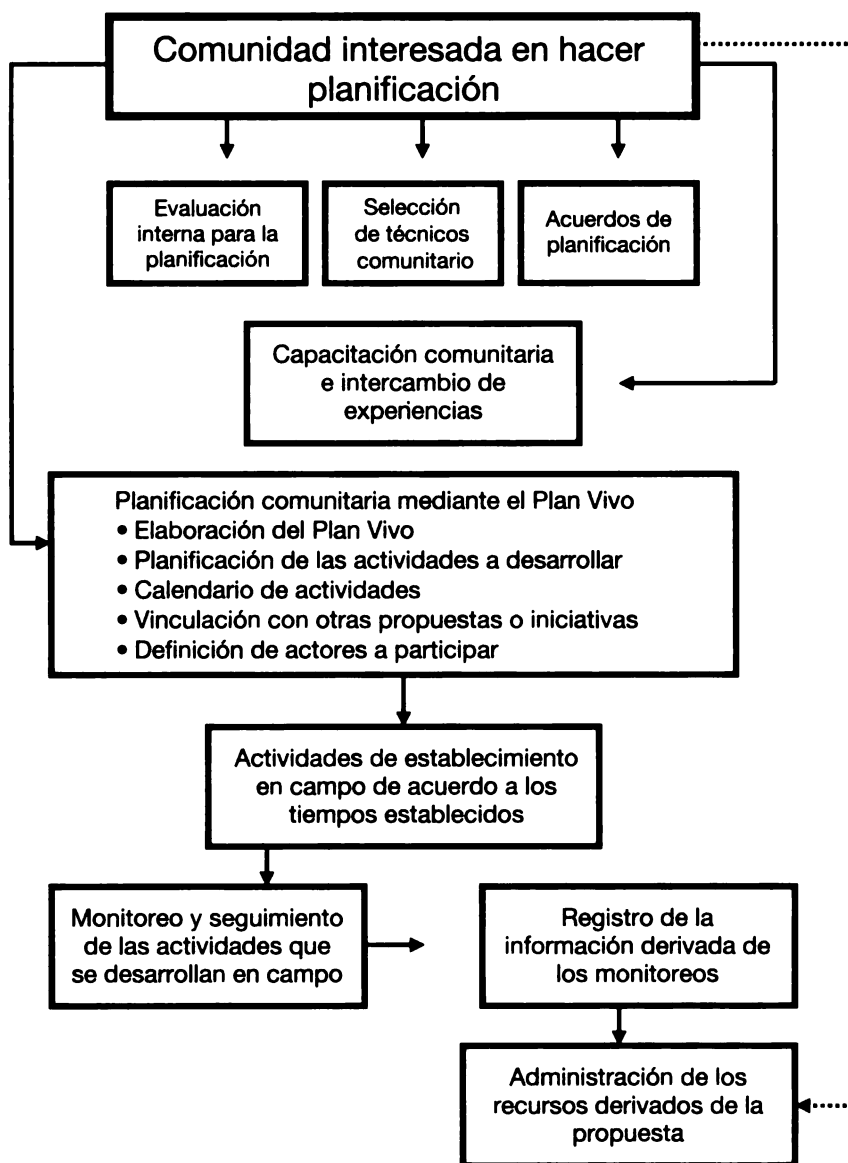
Con base en la experiencia del Scolel Té, se pueden hacer las siguientes recomendaciones generales para implementar un proyecto:

- Aunque las comunidades no están acostumbradas a la planificación comunitaria, es necesario insistir en la necesidad de hacerla.
- Se debe permitir la flexibilidad y adaptabilidad del sistema de planificación, según las condiciones y necesidades de la población.
- La metodología puede ser aplicada a cualquier proceso, siempre y cuando se respeten los principios básicos que la sustentan.

En cuanto al uso del SPV en la venta del servicio ambiental por captura de carbono:

- Es importante hacerles ver a los involucrados que esta es una oportunidad para echar a andar su proceso de planificación, el cual debe abarcar más allá de esta propuesta.
- Debido a que la venta del servicio ambiental es de largo plazo, es necesario reforzarla con otros proyectos y acciones de corto y mediano plazo, de tal modo que se fortalezcan entre ellos.
- Como parte de las garantías que se deben dar a quienes financian el proyecto y a los compradores de carbono, es necesario crear mecanismos de verificación interna y solicitar apoyo para verificaciones externas, de tal modo que el proyecto sea creíble, transparente y confiable.

Anexo 1. Funcionamiento operativo del Sistema Plan Vivo en Scolel Té



Nota: Las líneas punteadas marcan que esta administración puede ser desde la comunidad si los recursos llegan a esta o bien por los mismos inversionistas; esto depende de la situación particular de cada proyecto.

Anexo 2. Acta de acuerdos de planificación

Siendo las _____ horas del día _____ de _____ de _____, reunidos en el local que ocupa _____ municipio de _____, Chiapas, se llevó a cabo la reunión para acordar los siguientes puntos de trabajo, para la venta del servicio ambiental por captura de carbono.

Orden del día

1. Lista de asistencia
2. Información general del proyecto, compromisos de compra-venta que se adquieren, acuerdo en los principios de funcionamiento
3. Determinar la forma de trabajo (individual, grupal, comunal)
4. Nombrar a los representantes de la comunidad y a los técnicos comunitarios
5. Determinar la fecha para la elaboración y entrega de los planes vivos
6. Establecer fechas regulares de reunión para conocer los avances o los problemas del proyecto
7. Asuntos generales
8. Establecimiento de conformidad con los trabajos relacionados a la venta de servicios ambientales por captura de carbono (nombre y firma)

1. Se pasó lista de asistencia con la presencia de _____ productores, siendo con esta el _____ % de asistencia.
2. Se establece la asamblea con carácter de que lo que en esta acta se plasme se respeta y respalda como acuerdo por todos los presentes, los cuales estampan sus firmas para quienes pueden hacerlo y su huella digital para aquellos casos que así lo ameriten.
3. Sobre el punto no. 2, que hace referencia al acuerdo de trabajo para recibir los beneficios de la venta del servicio ambiental por captura de carbono, el grupo expresó su interés en desarrollar actividades para el mejor uso de los recursos agropecuarios y forestales, lo cual puede proporcionar un aprovechamiento sostenible y a la vez realizar acciones de compra-venta de un servicio ecológico.
Aceptan () No aceptan ()

Observaciones: _____

Es claro para el grupo que el financiamiento depende de:

- la evaluación técnica de los planes vivos
- la disponibilidad de los recursos económicos
- los avances en el trabajo
- la demanda de los compradores

Se hace énfasis en que:

- No se garantizan los precios.
- El proyecto no tiene fines políticos ni religiosos y que las personas interesadas no pueden ser excluidas por su religión o convicciones políticas.
- El programa es voluntario y no hay compromisos por ambas partes, hasta que se firmen los acuerdos basados en los planes vivos.
- Cualquier problema organizativo o técnico se debe resolver a través de la comunicación directa con los asesores técnicos y sociales.

4. El grupo determina trabajar de forma: Individual (), Grupo (), Comunidad ().
5. Para llevar a cabo la coordinación de los trabajos encaminados a dichos propósitos, el grupo nombró como persona (s) responsable (s) del proyecto a: _____, como técnico(s) comunitario(s) a: _____.
6. El grupo determina reunirse de manera _____ cada _____, para tratar todos aquellos puntos que ellos consideren importantes en el desarrollo del proyecto de captura de carbono.
7. Respecto a los asuntos generales: _____

No habiendo otro punto que tratar, se da por terminada la reunión a las _____ horas del día de su inicio, firmando de conformidad los que en ella intervinieron y para validez plena firman y sellan los representantes del grupo y del proyecto.

Por el grupo de la comunidad

Por el grupo de la comunidad

Por el Proyecto

Por el proyecto

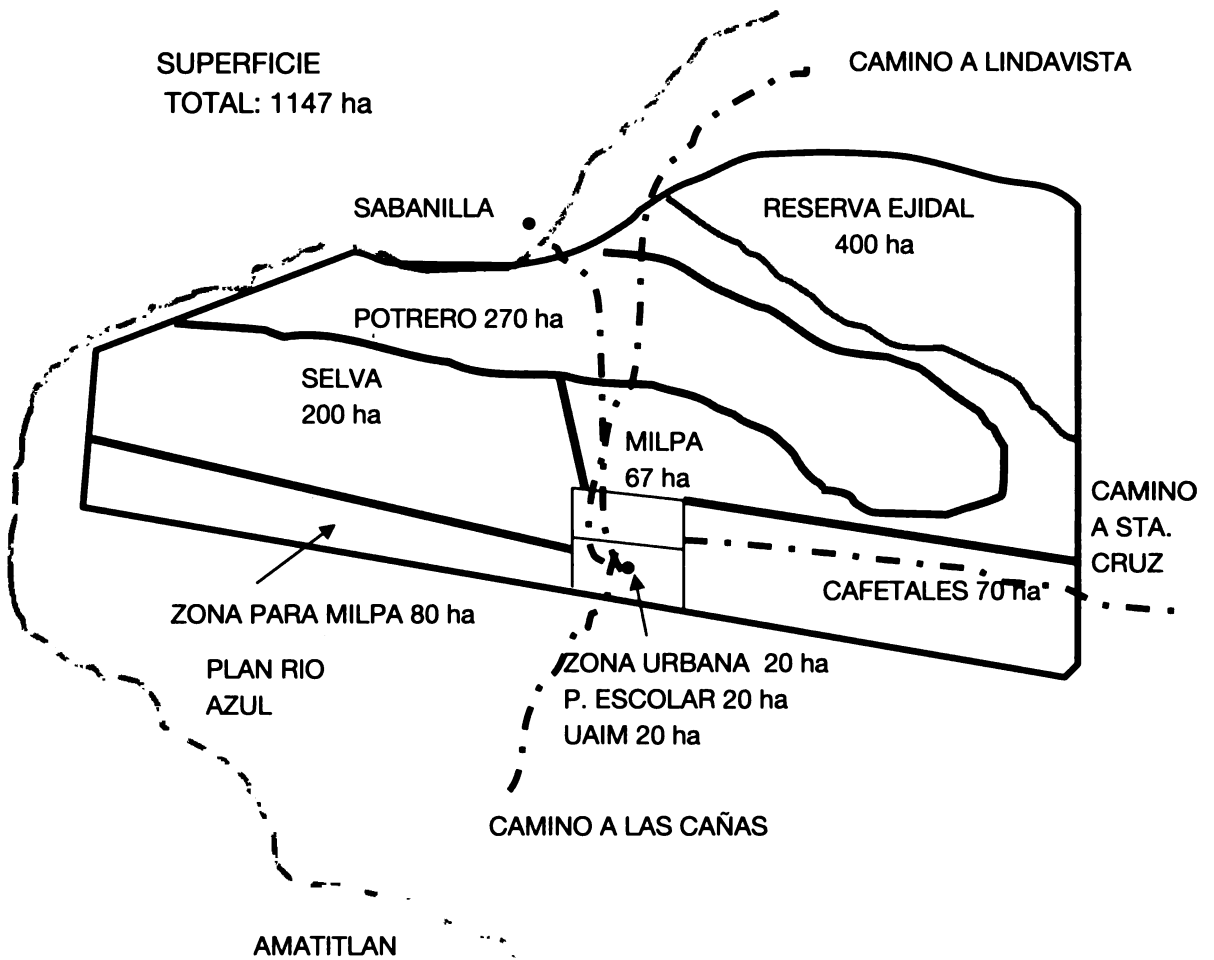
Nombre, firma y sello del grupo, comunidad u organización.

Se anexan firmas o huellas digitales de todas las personas que están conformes con los acuerdos tomados en la presente reunión.

No.	Nombre	Firma

Anexo 3. Mapa base de una comunidad participante en Scolel Té

**Nueva Argentina, Municipio de Maravilla
Tenejapa, Chiapas, México
Mapa Base**



Anexo 4. Formato de evaluación de planes vivos individuales

Nombre de productor: _____
Comunidad: _____ Municipio: _____
Productor ID: _____ Parcela ID: _____
Nombre de asesor: _____ Fecha de evaluación: _____

1. Descripción del manejo del área propuesta para servicios ambientales

Sistema actual: _____
Sistema propuesto (con variaciones): _____
Superficie: _____
Objetivo final de la plantación: _____
Distancia de siembra: _____
Especies y número de plantas a sembrar: _____

¿El plan cumple con los necesidades mínimas establecidas en las especificaciones técnicas?

2. Fugas de carbono

¿Dentro del Plan Vivo está marcada la superficie y uso del suelo de cada terreno del productor?

¿Cuántas hectáreas de terreno tiene el productor para?

- Milpa
- Potrero
- Café
- Otros

¿Es suficiente para sus necesidades básicas?

3. Viabilidad de manejo

¿El productor tiene derechos legales claros para el uso de la parcela a largo plazo?

¿Se cuenta con el calendario de establecimiento y mantenimiento de la plantación?

¿El productor ha considerado de dónde obtendrá las plantas para su parcela?

4. Recomendaciones generales

Anexo 5. Formato de monitoreo

Registro de los datos monitoreos de la parcela durante el establecimiento

Productor: _____ Comunidad: _____

No local de parcela: _____ Tamaño (ha): _____

Fecha de siembra: _____ Sistema manejado: _____

Árboles sembrados

Especie	No. de árboles sembrados en año 1	No. de árboles sembrados en año 2	No. de árboles sembrados en año 3	No. total de árboles muertos

Distancia general de siembra: _____

Estado de los árboles	Ninguno	Algunos	Muchos	Todos	Comentarios
Sano					
Plagado					
Dañado					
Enfermo					

Crecimiento:

Altura del árbol más grande: _____ m. Rango de altura promedio de la mayoría de los árboles: _____ m . Altura del árbol más pequeño: _____ m .

Vegetación presente en la parcela después de la plantación:

Tipo de plantas	Nada	Poco	Regular	Mucho	Comentarios
Hierbas (incluye pasto)					
Arbustos					
Árboles pequeños (1-5 m de altura, se incluye el café)					
Árboles medianos (5-10 m de altura, se incluyen frutales)					
					Número de árboles
Árboles grandes (10-20 m de altura)					
Árboles muy grandes (más de 20 m de altura)					

Problemas que se han presentado:

Plagas Enfermedades Suelo otros

Cuales: _____

Observaciones: _____

Anexo 6. Formato de la libreta de carbono usada por el proyecto Scolel Té

Nombre Juan Carlos Pérez
 Ref zona TOJ05
 Parcela TOJ05a

ACUERDO DE COMPRA DE CARBONO						
Fecha	Cantidad tC	Precio dls	Comprador	Fecha de compromiso	Firma FBC	Firma productor
2004	65.4	8	FIA2004	2004 - 2008		

Fecha	Detalle	CUENTA DE CARBONO tC				PRECIO	CUENTA DE CAPITAL US\$			FIRMA	
		Depósito	Venta	Comprador	Balance	US\$/tC	Depósito	Retiro	Balance	FBC	Productor
2004	Monitoreo 1a	38	----	-----	38	----	-----	-----			
2004	Venta	-----	34,2	FIA2004	3,8	8	273,6	-----	273,6		
2004	Retiro	-----	-----	-----	3,8	-----	-----	273,6	-----		
2005	Monitoreo 2	38	----	-----	41,8	-----	-----	-----			
2005	Venta	-----	34,2	FIA2004	7,6	8	273,6	-----	273,6		
2005	Retiro	-----	-----	-----	7,6	-----	-----	273,6	-----		



9 Preguntas frecuentes sobre mercados de carbono para proyectos forestales⁴⁵

Till Neeff* y Sabine Henders*
*EcoSecurities

9.1 ¿Qué son los mercados de carbono?

Durante los últimos 15 años, las compensaciones de carbono basadas en actividades forestales han evolucionado desde una idea teórica hasta un instrumento de mercado que permite cumplir con el objetivo global ambiental de la Convención de Cambio Climático. Las primeras transacciones para la mitigación de emisiones de CO₂ tuvieron lugar a principios de 1990. Estas fueron de naturaleza voluntaria, ya que había pocas exigencias legales que obligaran a los contaminadores a reducir sus emisiones de GEI. Los proyectos se establecieron anticipando cambios en la legislación ambiental, mientras se capitalizaba el valor de las relaciones públicas de la administración ambiental. Este aspecto voluntario se reflejó, de alguna manera, en el precio pagado por la captura de carbono: en promedio, US\$ 0,19 por t C.

En julio de 1992, se creó la CMNUCC, la cual incluía el compromiso voluntario de los países industrializados de reducir sus emisiones a los niveles de 1990 para el año 2000. Además, se consideraban las actividades implementadas conjuntamente entre los países con el fin de reducir, de manera colectiva, las emisiones de GEI o fomentar la

absorción del CO₂ atmosférico. Los compromisos y los mecanismos que se propusieron en ese entonces condujeron a un incremento en el nivel de inversión en proyectos de compensación de carbono también en el sector forestal.

En la primera Conferencia de las Partes (CoP 1) de la CMNUCC (Berlín, Alemania, marzo 1995), se inició la etapa piloto de las actividades implementadas conjuntamente. Durante esa etapa se tenían que realizar proyectos con el propósito de establecer protocolos y experiencias, pero no se permitía la generación de créditos de carbono entre los países desarrollados y aquellos en vías de desarrollo. En diciembre de 1997, durante la CoP 3, se propuso el PK, con la introducción de compromisos vinculantes de reducción de emisiones de GEI, así como el empleo de "mecanismos de flexibilidad" para ayudar a que se cumplieran las metas de reducción de emisiones. El establecimiento de compromisos vinculantes condujo a una demanda más substancial de compensaciones, lo que resultó en un aumento inmediato del nivel de inversión y del precio pagado por los créditos de carbono, que subió a US\$ 20-\$25 por t C.

A pesar de la certidumbre inicial con el PK, el período previo a la CoP 6 (La Haya 2000) y la

⁴⁵ Este capítulo se basa en información de un informe de EcoSecurities para el proyecto Forma (Neeff y Henders 2006).

reunión reanudada (Bonn julio 2001), el tema forestal fue dominado por el debate de si el sector forestal debía ser incluido o no en el MDL, y de ser así, cuáles actividades podrían ser permitidas. Como consecuencia de la divergencia de opiniones entre los diseñadores de políticas y participantes influyentes, el tema se constituyó en una gran fuente de incertidumbre, tanto para los desarrolladores de proyectos como para los inversionistas. Finalmente, en la CoP 7 (Marrakech noviembre 2001) se decidió permitir únicamente las actividades de forestación y reforestación bajo el MDL, pero no se estableció ninguna otra regla para los proyectos en el sector forestal. En contraste, se estableció una serie completa de reglas y modalidades para los proyectos de reducción de emisiones, lo que permitió a los proyectos de los sectores de energía, eficiencia energética, captura de metano y demás avanzar mucho más rápidamente que los proyectos forestales. Las reglas y modalidades para los proyectos de forestación y reforestación para el MDL no fueron acordadas sino hasta la CoP 9 (Milán diciembre 2003). Un año después, en octubre de 2004, la JD del MDL hizo el primer llamado para la presentación de metodologías de línea de base y monitoreo para actividades de forestación y reforestación. Estas metodologías, una vez aprobadas por la JD tras un proceso de evaluación arduo y estricto, deben ser utilizadas para establecer la línea de base del proyecto, calcular el potencial de remoción de carbono del proyecto y formular un plan de monitoreo. Las primeras metodologías que se presentaron fueron todas rechazadas; no fue sino hasta finales de 2005 que se aprobó la primera metodología para un proyecto en China. Hasta la fecha, existen cinco metodologías aprobadas para proyectos forestales MDL a gran escala.

A principios del año 2000, el Banco Mundial lanzó su Fondo Prototipo de Carbono, con un capital inicial de US\$ 130 millones, el cual se proponía incluir algunos proyectos forestales. En los años siguientes, el mismo banco lanzó dos fondos adicionales de carbono que incluyen actividades basadas en el uso del suelo: el BioCarbon Fund (BCF) y el Community Development Carbon Fund (CDCF). El primero es un fondo específico para el sector forestal, que proporciona oportunidades para la

venta de compensaciones basadas en actividades forestales con dos espacios: el primero se limita a créditos de carbono para cumplimiento con Kioto y el segundo para actividades más amplias basadas en el uso del suelo. El CDCF se concentra específicamente en la compra de compensaciones de carbono de proyectos que trabajan con comunidades rurales en los países en desarrollo. Tanto el CDCF como el BCF ya están en funcionamiento, pero en mayo de 2006 el BCF anunció los primeros contratos de transacción de CRE. Tanto retraso se debió, principalmente, a las grandes incertidumbres que mantuvieron cautivo al sector forestal MDL hasta que no se desarrollaron las metodologías de línea de base y monitoreo. Hasta octubre 2006, el BCF había firmado acuerdos de compra de reducción de emisiones (ERPA) con siete proyectos de reforestación MDL por un total de 2,5M de créditos de carbono.

Por mucho tiempo, los fondos del Banco Mundial fueron los únicos interesados en comprar créditos forestales de proyectos de LULUCF. Recientemente, sin embargo, se puede percibir un aumento claro en el interés por la compra de estos créditos. En particular, compradores de los sectores público y privado de Europa están cada vez más interesados y parecen estar preparados para comenzar a comprar créditos del sector forestal tan pronto como estos lleguen al mercado. Una vez que el PK entró en vigor y comenzó el Sistema Europeo de Comercio de Emisiones (EU-ETS, por sus siglas en inglés), a principios de 2005, los mercados de carbono ganaron fuerza. A principios del 2006, el UNEP Risøe Center reportó un total de 818 mt CO₂e a ser potencialmente expedidos en los CRE de proyectos MDL existentes, hasta finales del primer período de cumplimiento. En marzo del mismo año, UNEP corrigió sus números a 836 mt CO₂e, y nuevamente a principios de abril, para un total de 909 mt CO₂e hasta finales del 2012 (UNEP Risøe Center 2006).

El comercio de asignaciones de la UE, en el marco del EU-ETS, alcanzó precios cada vez mayores por encima de EUR 26 en 2005 y los primeros meses de 2006. Gracias a la Directiva de Enlace, actualmente se pueden comerciar los CRE permanentes en el EU-ETS. Sin embargo, este enlace

(todavía) no existe para los CRE temporales. Los desarrollos recientes en el mercado señalan que habrá también un potencial de mercado para los CRE provenientes de proyectos forestales MDL. Por ahora, el mercado para los CRE forestales se encuentra inactivo, pero se espera que se acelere con la entrada de los primeros cuatros proyectos que se encontraban bajo validación a la fecha de elaboración del presente documento. Una razón adicional, aparte de la exclusión (hasta ahora) del EU-ETS, es que muchos compradores potenciales tienen problemas todavía con las incertidumbres de la política relativa a los CRE temporales. Por ejemplo, algunos gobiernos de Europa están todavía considerando si debieran lidiar con la responsabilidad potencial que la compra de los CRE temporales les plantearía, ya que estos tienen que ser sustituidos al vencimiento y, entonces, ¿cómo lo harían? Igualmente, los compradores de la industria japonesa aún no saben cómo va a manejar el gobierno de Japón los CRE temporales en el sistema voluntario de comercio japonés.

9.2 ¿Por qué es conveniente vender créditos de carbono?

La mayoría de los proyectos MDL se financian con una combinación de recursos (venta de acciones y recursos mediante deuda, por ejemplo). La venta del carbono es un "punto a favor" de la tasa interna de retorno, que actúa como "mejorador" de una propuesta de inversión. El problema de los proyectos de uso del suelo con componentes ambientales y sociales es que, con frecuencia, no son suficientemente lucrativos como para atraer otras fuentes de financiamiento necesarias para activar el ciclo del proyecto. Entonces, si bien estos proyectos, una vez implementados, podrían suministrar créditos de carbono a tasas muy competitivas, inicialmente no logran atraer capital preoperacional del sector privado que les permita pasar por las diversas etapas del ciclo del proyecto. El negocio forestal (sin considerar el MDL) tiene algunas características particulares que plantean limitaciones a los inversionistas:

- Alta inversión inicial. La mayoría de los proyectos necesita conseguir financiamiento por adelantado para la implementación (es decir, para garantizar las tierras y para plantar los

árboles). Sin embargo, los desarrolladores de proyectos de uso del suelo tienen acceso limitado a financiamiento, capital semilla, publicidad internacional o capacidad técnica, calificación crediticia, o acceso a seguros para desarrollar un proyecto. Muchos proyectos no son capaces de atraer el financiamiento para su implementación.

- Retornos tardíos a la inversión. La elevada inversión inicial en los proyectos forestales produce retornos solamente después de un largo período. Los proyectos generan los primeros ingresos sustanciales cuando comienza la cosecha y es sólo entonces, cuando el flujo de caja se hace positivo. Según la especie, la región ecológica y el plan de gestión, la demora puede durar más de una década.
- Tasas de retorno bajas. Al comparar la inversión en el sector forestal con la inversión en otros sectores industriales, las tasas de retorno son relativamente bajas. En consecuencia, las inversiones en proyectos forestales, diseñados para producir beneficios colaterales ambientales y socioeconómicos (como el MDL lo requiere), serán aún menos lucrativas.
- Percepción de alto riesgo. El éxito del negocio forestal depende de las condiciones ecológicas que lo rodean, de los mercados para sus productos y de su interacción con una serie de interesados en el proyecto y con la población local. Estos factores de incertidumbre representan riesgos.
- Decisiones de inversión por razones distintas al negocio. Algunas actividades forestales, así como las correspondientes decisiones de inversión, no necesariamente siguen la lógica de los negocios. Tanto el sector público como el sector privado se involucran a veces en el sector forestal por razones que van más allá del negocio. Las actividades forestales del sector público muy a menudo buscan contribuir a fomentar los servicios ambientales y a mejorar el sustento de la población local. El sector privado, a su vez, se ve obligado algunas veces a comprometerse con actividades forestales por ley; por ejemplo, para la regeneración de sitios de minería, o para aumentar la cobertura vegetal a lo largo de desarrollos de infraestructura. En otros casos, el sector privado podría invertir

en el sector forestal por razones de relaciones públicas. La evaluación de inversión en este tipo de actividades no se basa únicamente en una valoración estándar, sino que también considera otros factores.

El financiamiento de carbono está concebido para suministrar un flujo de caja complementario a los proyectos cuya decisión de inversión se basa también en otras fuentes de flujo de caja o en razones más allá del negocio. En algunos casos, la venta de créditos de carbono provee un pequeña suma adicional de retorno que la inversión del proyecto necesita para poder ser rentable. Las tasas de retomo previstas de la inversión, incluido el financiamiento de carbono, sobrepasan en alguna medida las tasas de retorno sin créditos de

carbono (cuadro 33). En otros casos, el financiamiento de carbono contribuye a mejorar el flujo de caja de proyectos que no están concebidos como proyectos rentables. Los ingresos adicionales que los proyectos pueden realizar a través de la venta de los CRE no justifican la inversión pero mejoran la rentabilidad del negocio forestal.

9.3 ¿Qué son los créditos tCERs e ICERs?

A diferencia de los CRE generados por proyectos de energía y otros proyectos de reducción de emisiones, los CRE de los proyectos LULUCF, son de validez limitada, debido a la naturaleza no permanente de la vegetación como sumidero. La regulación del MDL define los créditos de proyectos

Cuadro 33. Tasas internas de retorno de algunos proyectos seleccionados*

Nombre del Proyecto	TIR sin CRE (%)	TIR con CRE (%)	Precio considerado de CRE (US\$)	Período considerado (años)
Proyecto de conservación de suelos en Moldova	4,2	5,8	3,5	100
Reforestación para el manejo de la cuenca Guangxi en la cuenca del río Perla, China	8,4	15,8	3	20
Proyecto de reforestación en Mountain Pine Ridge, Belice	< 15	> 15	NA	NA
Forestación de Treinta y Tres combinada con la intensificación de la ganadería, Uruguay	10,8	NA	NA	30
Proyecto de reforestación en Río Aquidabán, Paraguay	8	11,5	15	24
Proyecto de reforestación en Kikonda Forest Reserve, Uganda	7,6	14	5	24
"Proyecto de forestación Los Eucaliptos, Uruguay	8,4	10	3,5	52
Proyecto forestal de aguas marinas, México	11,9	12,9	3	20
Forestación para combatir la desertificación en la provincia Aohan, norte de China	4,1	13,8	3	20
Secuestro de carbono en granjas pequeñas y medianas en la región Brunca, Costa Rica	14,4	21	3,8	20
Forestación de Treinta y Tres sobre prado, Uruguay	10,3	12,5	NA	20
Reforestación en tierras degradadas para la producción sostenible de astillas de madera en la costa este de Madagascar	5,1	10	10	30

* Información tomada de borradores de DDP enviados a la JD del MDL, junto con nuevas propuestas de metodologías.

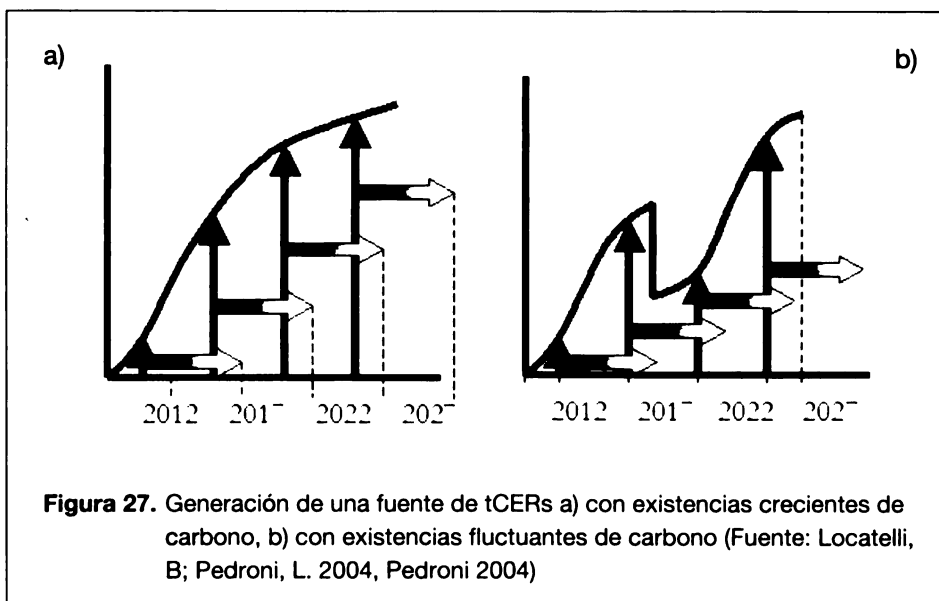
forestales como de corto plazo (tCERs —certificados de emisiones reducidas temporalmente) y de largo plazo (ICERs—certificados de emisiones reducidas a largo plazo) con diferentes lapsos de validez. Tanto los tCERs como los ICERs son de naturaleza temporal y deben ser sustituidos al vencimiento. La no permanencia es un problema más grave para las actividades de LULUCF que en los otros sectores donde las reducciones son permanentes, dado que una emisión evitada no alcanzará nunca la atmósfera (IPCC 2000). En contraste, los proyectos forestales mitigan el cambio climático en la medida en que el carbono quede almacenado en la vegetación y el suelo. Los sumideros forestales son potencialmente reversibles cuando se presentan disturbios, tales como incendios, o cuando se regresan suelos forestales nuevamente a suelos de pastoreo, liberando de nuevo el carbono a la atmósfera y revirtiendo el beneficio climático inicialmente obtenido (Locatelli y Pedroni 2004, Schlamadinger et al. 2005).

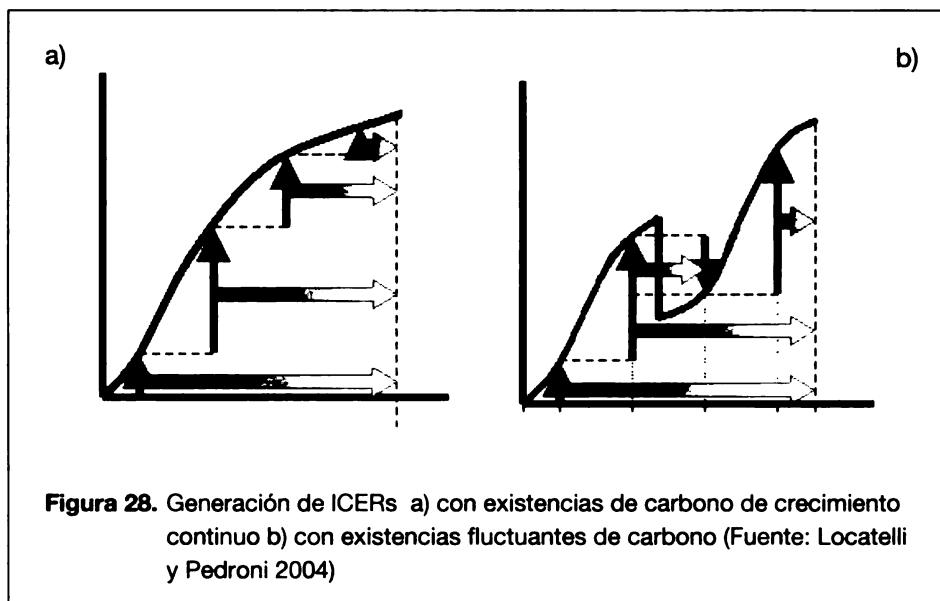
Por esta razón, el reglamento del MDL establece que los proyectos forestales tendrán que verificarse periódicamente (cada cinco años), mientras el carbono continúe almacenado. En algunos casos, habría que sustituir los créditos emitidos inicialmente aún antes del término de su validez, si se presentan incidentes como los antes señalados. La

decisión entre tCERs e ICERs depende del desarrollador del proyecto, pero siempre es importante considerar las consecuencias de la selección.

Los créditos tCERs son válidos por un período de cumplimiento de cinco años, lo que significa que deben re-emitirse después de cada evento de verificación (figura 27). Si entre dos eventos de verificación se pierde la existencia de carbono o parte de ella, simplemente se obtendrán menos créditos que al inicio. La responsabilidad en este sistema no es considerada una variable, ya que solo se asignan créditos sobre el carbono existente. Esto permite reaccionar más fácilmente a fluctuaciones en la biomasa debidas a prácticas forestales como los raleos. Los tCERs no pueden ahorrarse y deben ser utilizados en el período de compromiso en el cual fueron expedidos. Al vencimiento, un tCERs debe ser sustituido por un AAU, un CRE permanente, un ERU, un RMU o por otro tCERs. En ningún caso un tCERs puede ser sustituido por un ICERs. Si la biomasa se mantiene hasta el final del período de acreditación, se tendrá una fuente de tCERs de reemplazo sobre la totalidad de la vida útil del proyecto (figura 27).

Por otro lado, los créditos de un proyecto que genera ICERs tienen validez hasta el final del período de acreditación del proyecto (figura 28).





Durante la verificación, sólo se acredita el incremento desde la última verificación; estos ICERs son válidos hasta el final del período de acreditación. Por ejemplo, con un período de acreditación de 30 años, los ICERs expedidos tras la primera verificación, en el año cinco, tienen una validez de 25 años, 20 años los expedidos tras la verificación en el año 10, 15 años los expedidos luego de la tercera verificación, y así sucesivamente. Al vencimiento, un ICERs debe ser sustituido por un AAU, un CRE permanente, un ERU o un RMU. No es posible sustituir un ICERs por un tCERs ni por otro ICERs.

Una característica importante de los ICERs es que implican responsabilidad para el vendedor. A diferencia de los tCERs, los ICERs deben ser sustituidos en el caso de pérdidas de carbono, cuando durante una verificación se descubre una cantidad de biomasa menor a la encontrada y acreditada en la verificación anterior. Algunas actividades forestales que reducen temporalmente la biomasa, tales como raleos, tienen que ser tomadas en cuenta durante el cálculo de la cantidad de ICERs que pueden ser vendidos, sin que se presenten problemas de responsabilidad. De otra forma, la cantidad de créditos que eventualmente pudiera perderse debe ser reemplazada. Las influencias abióticas, tales como incendios, tormentas o plagas de insectos nocivos, representan un riesgo incalculable en estos casos.

9.4 ¿Por qué los precios de CRE forestales difieren de los precios de otros créditos?

Dado que la remoción de carbono de la reforestación no es permanente, las actividades de proyectos forestales MDL solo pueden expedir créditos que tienen un vencimiento. Ya que estos créditos tienen que ser reemplazados una vez que expiran, su precio es más bajo que el precio de los créditos permanentes de carbono (CRE, EUA, ERU, RMU). Para un comprador, el efecto de comprar créditos que expiran equivale a aplazar el cumplimiento de las obligaciones de reducción hasta un futuro período de compromiso. Efectivamente, el uso de tCERs en un período determinado de cumplimiento, aumenta los requerimientos del comprador de créditos para el siguiente período de cumplimiento, cuando los tCERs expiran y tienen que ser reemplazados (figura 29).

La decisión de comprar CRE con validez limitada depende del precio esperado para los créditos de reemplazo. Desde el punto de vista del usuario, comprar hoy un crédito permanente equivale a comprar hoy un crédito no permanente (tCERs o ICERs) y reemplazarlo por uno permanente cuando este expire (Olschewski y Benítez 2005). La siguiente ecuación refleja esta equivalencia:

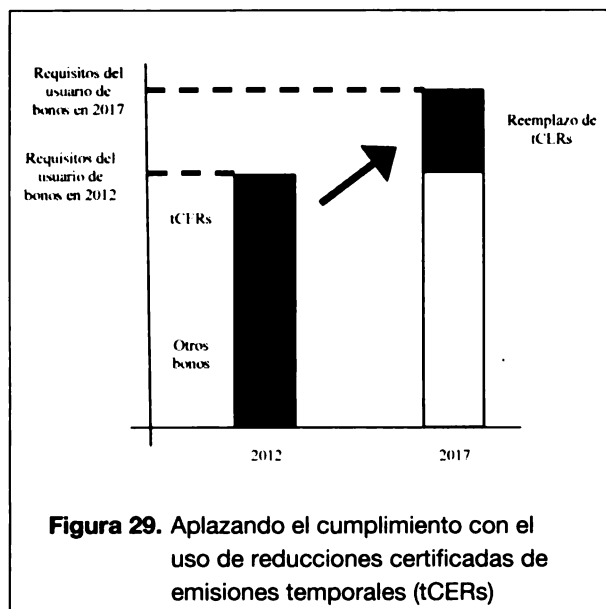


Figura 29. Aplazando el cumplimiento con el uso de reducciones certificadas de emisiones temporales (tCERs)

$$P_{CER_0} = P_{expiringCER_0} + \frac{P_{CER_T}}{(1+d)^T}$$

donde:

T = tiempo de expiración de los créditos temporales

O = créditos comprados hoy

d = tasa de descuento para el comprador

Un comprador estará dispuesto a comprar un crédito temporal en la medida en que su precio sea más bajo que la diferencia entre el precio actual de una reducción permanente y el valor presente neto del precio esperado de una reducción permanente en el futuro (Marechal y Hecq 2006). Como lo demuestra la siguiente ecuación (Bird et al. 2004a, 2004b), el precio de los CRE que expiran (tCERs

o ICERs) más el valor presente neto del costo de reemplazo tiene que ser menor o igual al precio actual del CRE permanente:

$$P_{expiringCER_0} + \frac{CER_T}{(1+d)^T} \leq P_{CER_0}$$

Por ejemplo, se puede obtener el precio máximo de un tCERs en el 2012 restando el costo descontado de un CRE permanente en el 2017 (cuando este sería comprado para reemplazar el tCERs) al precio de un CRE permanente en el 2012 (cuando se toma la decisión de comprar un CRE que expira o un CRE permanente):

$$P_{tCER_{2012}} = P_{CER_{2012}} - \frac{P_{CER_{2017}}}{(1+d)^5}$$

Las condiciones descritas en estas ecuaciones implican que los precios de CRE que expiran se incrementan con tasas de descuento más altas y tiempos más largos de vencimiento (Olschewski y Benítez 2005). No obstante, suponiendo que los precios de los CRE permanecen constantes en el tiempo, es posible aplicar diferentes tasas de descuento y calcular el valor del CRE no permanente con diferentes periodos de validez. Bajo una tasa de descuento del 3%—lo que es común en países Anexo 1—los créditos que expiran cada cinco años (como el tCERs) tienen un valor de solo 14% del valor de un bono permanente, mientras que el período máximo de validez para un ICERs (25 años) conduce a un valor de 52%. Los mismos créditos, bajo una tasa de descuento del 9%, suben a valores del 35% y el 88%, respectivamente. Existen valores previstos para CRE que expiran, con diferentes periodos de validez y bajo diferentes tasas de descuento (cuadro 34) (ver también Dutschke et al. 2004, Olschewski y Benítez 2005).

Cuadro 34. Valor porcentual de CRE que expiran en el tiempo, bajo diferentes tasas de descuento

Tasa supuesta de descuento (%)	5 años	10 años	15 años	20 años	25 años	30 años	60 años
3	14	26	36	45	52	60	84
5	22	39	52	62	70	79	95
7	29	49	64	74	82	89	99
9	35	58	73	82	88	94	100

El valor de los CRE no permanentes se correlaciona inversamente con el valor de los CRE permanentes (Locatelli y Pedroni 2004, Olschewski y Benítez 2005). Si el precio del CRE permanente decrece con el tiempo, el valor del CRE no permanente subirá. Por el contrario, si el precio del CRE permanente aumenta, el valor del CRE temporal declinaría. Si la tasa de crecimiento de los precios de CRE permanentes es más alta que la tasa de interés, los CRE no permanentes no tienen valor y todo el sistema de compensación de emisiones, temporal o de largo plazo, fallaría.

9.5 ¿Cómo escoger entre tCERs e ICERs?

El proponente de proyectos de reforestación bajo el MDL debe realizar una elección básica entre los dos tipos de créditos.

El certificado de emisiones reducidas temporalmente (tCERs) se refiere a la cantidad total de carbono que se ha secuestrado desde el comienzo del proyecto. Estos créditos son expedidos periódicamente (cada cinco años) y expiran al final del período de cumplimiento subsiguiente al período en el que fueron expedidos.

El certificado de emisiones reducidas a largo plazo (ICERs) se refiere a la cantidad de carbono que se ha secuestrado desde la última verificación. Estos créditos expiran al final del período crediticio para el cual fueron expedidos (cinco a 60 años, según la fecha en la que fueron expedidos). Si el carbono se pierde, los ICERs tienen que ser reemplazados, ya sea por créditos permanentes o por otros ICERs de la misma actividad del proyecto.

Las diferencias entre tCERs e ICERs tienen que ser evaluadas sobre la base de las necesidades del proyecto y de las preferencias de un posible comprador. A continuación se presenta una descripción de las ventajas y desventajas que conllevan ambos tipos de certificados (cuadro 35).

Los tCERs son una excelente oportunidad como soluciones rentables a corto plazo para el cumplimiento de obligaciones urgentes. Muchos usuarios de créditos de carbono perciben los tCERs como más convenientes que los ICERs porque:

- los tCERs son más flexibles para reaccionar a las condiciones cambiantes de mercado y para satisfacer los requisitos a corto y largo plazo.

Cuadro 35. Diferencias claves entre tCERs e ICERs con miras a la comercialización del proyecto

	CRE temporal (tCERs)	CRE a largo plazo (ICERs)
Flexibilidad financiera	Muy flexibles debido a su corta validez. Pueden ser utilizados para satisfacer necesidades inmediatas y llenar brechas de corto plazo.	Menos flexibles debido al largo (y variado) tiempo que cubren; se venden una vez a precio fijo.
Responsabilidad de reemplazo debido a la re-emisión de carbono (debido a manejo o disturbios)	Libres de riesgos después de ser expedidos y no representan ninguna responsabilidad para el dueño del proyecto. No se necesita reemplazo de créditos emitidos. En el caso de re-emisión, los tCERs no son aprobados en la siguiente verificación.	Conllevan responsabilidad. El carbono perdido debe ser reemplazado. Los ICERs expiran en la siguiente verificación.
Precio	Más bajos que los del ICERs.	Más altos que los del tCERs.
Emisión de créditos	Se expiden nuevos créditos por el compartimiento entero de carbono a cada verificación.	Sólo se emiten nuevos créditos por el incremento en el compartimiento de carbono desde la última verificación.
Escala de tiempo de los ingresos	Más altos en etapas iniciales, pero distribuidos por igual durante toda la vida del proyecto.	Mayoría de los ingresos al inicio del proyecto.
Cargos de emisión (USD 0,10–0,20 / crédito de carbono)	Relativamente más altos, porque se producen cada cinco años, cuando se expiden los certificados.	Relativamente más bajos, porque se producen sólo una vez, cuando los certificados son expedidos durante el período crediticio.

- los ICERs generan responsabilidades cuando se produce reemisión de carbono debido al manejo de plantaciones o a disturbios.

Por otro lado, una de las principales desventajas de los proyectos que generan tCERs es que incurren en cargos de emisión cada cinco años, mientras que aquellos que generan ICERs solo lo hacen una vez.

9.5.1 Punto de vista de los compradores

Al preguntar a los compradores sobre sus preferencias en cuanto al tipo de crédito, todos los encuestados dijeron preferir los tCERs. Debe considerarse, sin embargo, que la mayor parte de los encuestados no tenía todavía una política clara en cuanto a la preferencia por el tipo de créditos, y que casi un cuarto de todos los participantes no sabía que los proyectos forestales MDL solo pueden emitir créditos no permanentes (figura 30).

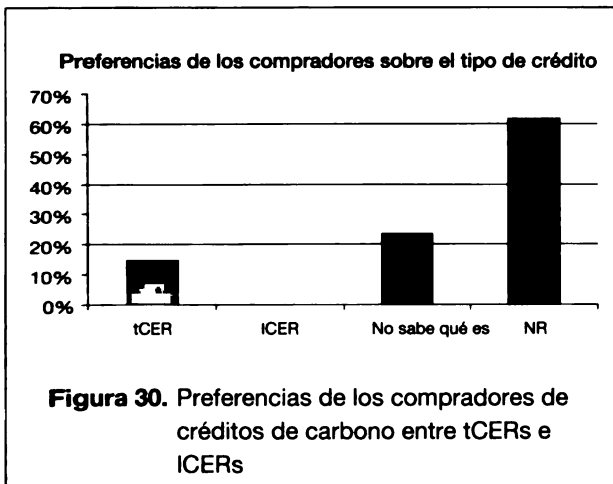


Figura 30. Preferencias de los compradores de créditos de carbono entre tCERs e ICERs

9.5.2 Flexibilidad financiera

Los proyectos que generan tCERs pueden aprovechar la evolución de los precios. Estos proyectos reciben créditos de carbono en un intervalo de cinco años, después de cada verificación. La posibilidad de comercializar los tCERs cada vez que estos son expedidos permite aprovechar los cambios de precios ocurridos en el tiempo; además, permite vender en el momento más conveniente

(Bird et al. 2004). En contraste, el grueso de los ICERs se vende solo una vez, a inicios del proyecto. El precio obtenido puede resultar ventajoso o desventajoso, según el desarrollo futuro de los precios. Los proyectos que emiten ICERs tienen mucha menos flexibilidad para reaccionar a cambios en los precios.

9.5.3 Cantidad y oportunidad de los ingresos

Se espera que los precios del tCERs sean más bajos que los del ICERs, porque con el tCERs se compra cumplimiento para un solo período de compromiso, en tanto que el ICERs compra cumplimiento hasta el final del período crediticio (posiblemente hasta 55 años). Para los proyectos que necesitan ingresos máximos en efectivo y en sus inicios, los ICERs son más ventajosos, mientras que en un proyecto que genera una fuente de tCERs, los ingresos de largo plazo están distribuidos más equitativamente durante la vida útil del proyecto. Por otro lado, un proyecto con ICERs puede vender créditos, por sus existencias de carbono, solamente una vez (pero a un precio más alto), mientras que un proyecto con tCERs recibe créditos cada cinco años por las mismas existencias de carbono (pero las vende a un precio más bajo). Los ICERs expirarán sólo al final del período crediticio escogido (por ejemplo, 20 años). Un lote adicional de tCERs puede ser expedido por cada período de cumplimiento (cada cinco años). De esta manera, los proyectos de tCERs generan flujos de caja significativos provenientes de la venta de créditos de carbono, durante toda la vida útil del proyecto, mientras que los proyectos de ICERs generan este ingreso principalmente en la etapa inicial del proyecto.

9.5.4 Responsabilidad

Los proyectos que generan ICERs necesitan demostrar que, para los créditos expedidos, las correspondientes existencias de carbono todavía existen. Cuando las existencias de carbono bajan—por ejemplo, después de disturbios o debido a operaciones forestales (raleos, cosechas, etc.)—los ICERs expiran. Si estos ICERs habían sido comercializados antes de su expiración, se presenta, entonces, una cuestión de responsabilidad. Los tCERs no cargan con ese

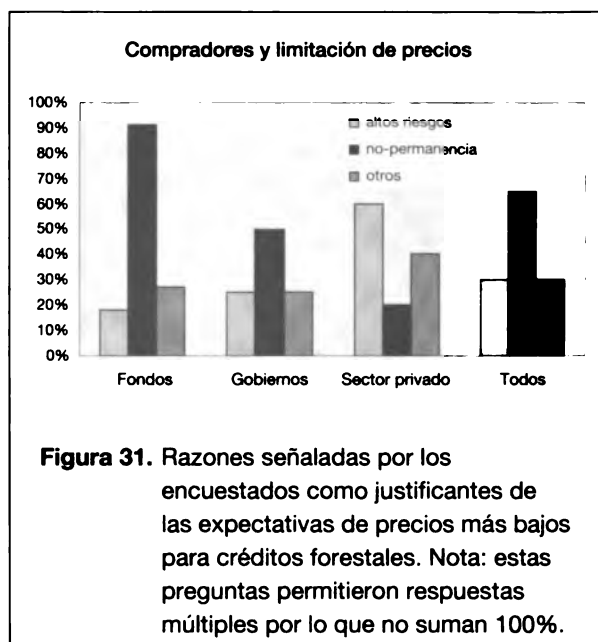
tipo de responsabilidades, porque si las existencias de carbono decrecen, simplemente estos no son reexpedidos después de la siguiente verificación. La larga validez de los ICERs (hasta 55 años) entraña grandes incertidumbres y riesgos. Técnicamente, es imposible determinar los riesgos de mal desempeño del proyecto (por ejemplo, por disturbios) durante períodos de tiempo muy largos. Del lado institucional, hay un riesgo considerable de que una institución que asume las responsabilidades concernientes a los créditos no permanentes de un proyecto determinado, deje simplemente de existir en un lapso de tiempo que comprende varias décadas (considerablemente más largo que las usuales estrategias de mediano y largo plazo de los compradores); en consecuencia, tales responsabilidades quedarían sin sustento. Responsabilidades de tan larga duración implican riesgos de pérdida de biomasa impredecibles (debido a factores naturales tales como incendios, tormentas o plagas, o a fallas en el proyecto). En términos de responsabilidad, los tCERs son claramente más favorables, dado que representan una mercancía libre de riesgo, una vez que son expedidos. Si el proyecto falla, después de que el primer lote de créditos ha sido expedido, los proyectos con tCERs mantienen los ingresos obtenidos por la venta de créditos, en tanto que los proyectos con ICERs tienen que compensar las pérdidas de manera retroactiva. Es cuestionable si los usuarios de créditos de carbono querrían invertir en una mercancía que carga con tales responsabilidades y, consecuentemente, si existe un mercado significativo para los ICERs.

9.6 ¿Cuáles son los precios observados y esperados?

En la actualidad, el Banco Mundial es uno de los pocos compradores de créditos forestales MDL. Por esta razón, los intervalos de precios de los ERPA y cartas de compromiso (CdC) de la cartera de proyectos del Banco Mundial son el mejor indicador de los precios que podrían alcanzar los créditos forestales MDL. El BioCarbon Fund ha comprado créditos de carbono de proyectos forestales por US\$ 3,75–\$4,35 por t CO₂-e. Estos precios corresponden a la remoción de carbono en un proyecto forestal hasta el final del segundo período de compromiso

del PK en 2017. Estos precios proporcionan un indicio, pero no pueden ser relacionados directamente con los precios de tCERs o ICERs porque el Banco Mundial compra remoción de carbono bajo su propio esquema particular, que es distinto al de los créditos de Kioto. Sólo más tarde, estos créditos de carbono particulares se convierten en créditos de cumplimiento de Kioto. El Banco Mundial incluye un precio estándar de US\$3 por t CO₂-e de créditos de Kioto en sus plantillas para el análisis financiero de proyectos forestales MDL. Los precios pagados por el Banco Mundial proporcionan un indicador de los precios que podrían alcanzar los tCERs y los ICERs. Como alternativa, los precios de los proyectos forestales MDL también pudieran relacionarse con aquellos pagados por otros proyectos, en otros sectores de tecnología.

Durante la encuesta realizada por EcoSecurities, quedó claro que los compradores perciben la obligación del replazo como la razón principal por la cual los precios de los créditos forestales son más bajos que los de los CRE permanentes. Cuestionados sobre su apreciación personal acerca de las tendencias de precios de los créditos temporales, en relación con los créditos permanentes, el 95% de los encuestados manifestó esperar precios más bajos para los CRE no permanentes (figura 31).



Además de la naturaleza no permanente de los créditos forestales de carbono, las principales razones mencionadas para explicar la brecha en el precio esperado fueron los altos riesgos percibidos inherentes a las actividades forestales. En este contexto, se puede notar una clara diferencia de respuestas, según la formación de los encuestados. El 90% de los encuestados provenientes del sector de fondos de carbono nombró la no permanencia como una razón principal para los precios más bajos de CRE temporales, en contraposición con únicamente el 20% de los encuestados provenientes del sector industrial. En este grupo, 60% señaló los riesgos inherentes a proyectos forestales (incendios o vientos) como obstáculos principales para el precio de los créditos. Esto también puede ser atribuido a una falta de conocimiento sobre la obligación de reemplazo entre los encuestados provenientes del sector industrial. Por el contrario, 50% de los representantes del gobierno encontró una relación entre no permanencia y precios más bajos para los créditos, mientras que el 25% señalaron los riesgos de proyecto u otro factor responsable. Los resultados globales demuestran que la mayoría de los encuestados (más del 60%) atribuye sus expectativas de precios más bajos para los créditos forestales a la obligación de reemplazo que surge de la no permanencia de la remoción de carbono, mientras que los altos riesgos de proyectos forestales, en comparación con otros tipos de proyectos, fueron vistos como igualmente importantes por el 30% de los encuestados.

9.7 ¿Cómo influye el riesgo del proyecto sobre los precios?

Es imprescindible valorar los riesgos que conlleva la inversión en un proyecto forestal MDL. Además de los riesgos intrínsecos a cualquier proyecto forestal "normal", los proyectos forestales MDL enfrentan ciertos riesgos específicos. En primer lugar, están los riesgos relacionados con el registro de una iniciativa forestal. En segundo lugar, los asociados a la no permanencia de las remociones de carbono en los diferentes reservorios y, en tercer lugar, los riesgos ligados a la infraestructura del MDL, aún en vías de construcción.

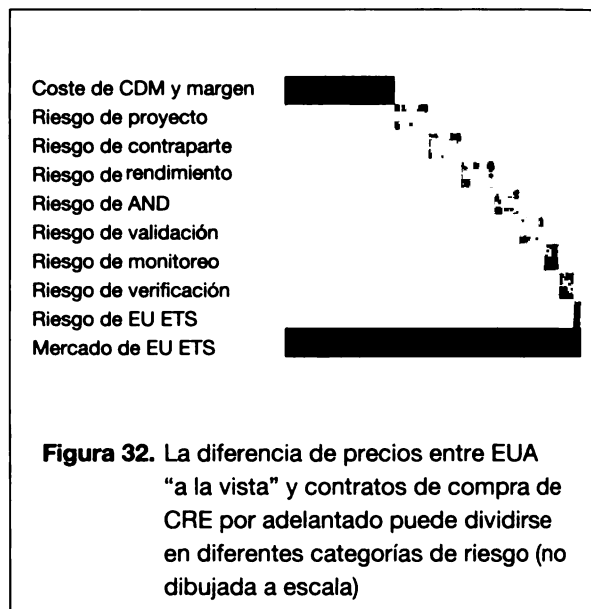
Cualquier proyecto forestal conlleva cierto riesgo relacionado con la interrogante de si el negocio se desempeñará de la manera prevista. La incertidumbre relativa al rendimiento del proyecto genera dudas en cuanto a su capacidad para realizar las remociones potenciales de carbono proyectadas y sobre la permanencia de dichas remociones. Hay riesgos bióticos (plagas), riesgos abióticos (viento, incendios) y riesgos antropogénicos (intrusión ilegal, recolecta ilegal de leña). La ocurrencia de riesgos relacionados con el desempeño forestal tiene que ver con la aplicación de buenas prácticas en el diseño y operación del proyecto forestal.

Al valorar los riesgos de proyectos MDL, hay varias fuentes de incertidumbre que deben ser tomadas en cuenta, por encima del riesgo general del negocio:

- **Riesgo de registro específico al MDL**, que involucra las incertidumbres relativas a la obtención de todas las aprobaciones necesarias para que el proyecto sea contemplado bajo el MDL: la aprobación del país anfitrión, la validación, el registro, la aprobación del país inversor, la revisión de la expedición de CRE. Estas aprobaciones corresponden con los pasos del ciclo del proyecto.
- **Riesgos de transferencia internacional de CRE**, relativos a la infraestructura necesaria para que se lleven a cabo las transacciones. El país comprador necesita tener una cuenta válida para CRE, y los registros de muchos países están todavía en desarrollo. Los registros internacionales y el diario de transacciones internacionales deben haberse completado para finales del 2008. Además, existe una serie de requisitos formales para que un país sea elegible para transferir CRE, aunque cabe esperar que la mayoría de los países obtengan la aprobación.
- **Riesgo post-2012**, ligado a la incertidumbre que envuelve la existencia de un régimen futuro para generar CRE, tras el vencimiento del primer período de compromiso del PK, en 2012. Si no se logra un acuerdo de continuidad, no habrá ingresos adicionales por carbono.

Potencialmente, un proyecto puede cubrirse contra algunos de estos riesgos relacionados con el MDL. En el contexto de cobertura contra riesgos, los estándares de buenas prácticas en el sector forestal y en el MDL merecen atención (por ejemplo, el estándar CCB). Más aún, los procedimientos para transacciones de los CRE que contienen los acuerdos pertinentes (ver acápite 9.11) pueden ser diseñados para proteger contra riesgos tanto al comprador como al vendedor de créditos. La observación general del desarrollo del mercado de CRE demuestra que los riesgos influyen en los precios de las transacciones. Los proyectos más adelantados venden a mejores precios porque el riesgo de que el proyecto no consiga registro es más bajo. Los compradores que establecen ERPA adquieren los CRE a precios más altos si el dueño del proyecto puede protegerse contra los riesgos de entrega. También, los proyectos que siguen estándares de calidad, o que han obtenido la certificación de instituciones tales como el Forest Stewardship Council (FSC), demandan precios más altos por sus CRE.

Uno de los factores más importantes que determinan el precio de los CRE permanentes y no permanentes tiene que ver con los riesgos que los CRE acarrearán al comprador. El principal riesgo de los proyectos MDL es que el CRE no haya sido expedido al momento de la compra mediante un contrato común por adelantado, lo que genera grandes incertidumbre ligadas a la entrega. El precio más bajo de un CRE, en comparación con el de las asignaciones de la Unión Europea (EUA, por sus siglas en inglés), refleja sus diferentes perfiles de riesgo (figura 32). Las EUA son concesiones de emisiones asignadas a las empresas industriales y energéticas en Europa, y representan el derecho garantizado a emitir una tonelada de CO₂. Ellas son una mercancía estandarizada sin riesgo que se comercia dentro del Sistema de Comercio de Emisiones de la Unión Europea con precios notablemente más elevados que los CRE de proyectos MDL. Los perfiles de riesgo de proyectos MDL dependen de su nivel de avance en el ciclo del proyecto. Cuanto más avanzado esté el proyecto en el ciclo, tanto más probable es que los créditos realmente se expidan. Los proyectos en etapa de diseño afrontan riesgos más altos que los proyectos en proceso de validación



o de verificación. De ahí que, los contratos por adelantado obtienen cuantiosos descuentos en el precio, si invierten en las etapas iniciales del ciclo de proyecto.

Dado que los precios dependen de los perfiles de riesgos, los proyectos que toman medidas para cubrirse contra el riesgo, mejoran los precios de sus créditos de carbono. Entre más mecanismos de mitigación de riesgos y garantías pueda ofrecer un proyecto MDL en una transacción, mayor será el precio de sus CRE. Hay varias opciones para cubrirse contra los riesgos

- **Seguros.** Los seguros de carbono contra el incumplimiento del proyecto son una buena opción para los proyectos que tienen suficiente capital de respaldo; por ejemplo, a través de una compañía o banca de inversión creíble. Un seguro para proyectos MDL fue incluido recientemente en el catálogo de productos de los aseguradores internacionales Swiss Re y Munich Re. Ellos ofrecen asegurar los proyectos contra riesgos institucionales, incluidos retrasos en la aprobación del proyecto, la certificación y/o la expedición del CRE (Swiss Re 2006). La pérdida de existencias de carbono debido a riesgos naturales, como ocurrencia de incendios, puede combinarse con un seguro convencional contra incendios en plantaciones.

- **Enfoque de cartera.** El riesgo es un problema menor para los certificados de carbono de mercado secundario. El comprador se propone distribuir el riesgo de incumplimiento del proyecto, manteniendo varios tipos de proyecto en un portafolio más grande, para evitar así la dependencia de un solo proyecto o tipo de proyecto. Las ventas de carbono de un portafolio amplio, como los de los grandes comercializadores de créditos de carbono, pueden generar mejores precios porque el portafolio funciona como un mecanismo que garantiza la entrega al comprador.
- **Estándares de calidad.** Una mejor organización de la oferta de créditos es aconsejable para mejorar el precio de los CRE (Locatelli y Pedroni 2004). Como parte de una sólida gestión de riesgos, los proyectos del sector de uso del suelo o forestal deben tratar de alcanzar una alta calidad en términos de las operaciones del proyecto. Seguir las mejores prácticas reducirá el riesgo de incumplimiento del proyecto. Las mejores prácticas en el sector forestal también acarrearán beneficios colaterales sociales y ambientales que pueden tener un efecto positivo en el precio de los CRE temporales, si el inversionista puede beneficiarse de una imagen pública positiva. El desarrollo de estándares de proyecto, como los de CCB, señalan la existencia de un potencial de mercado para estos proyectos de alta calidad.

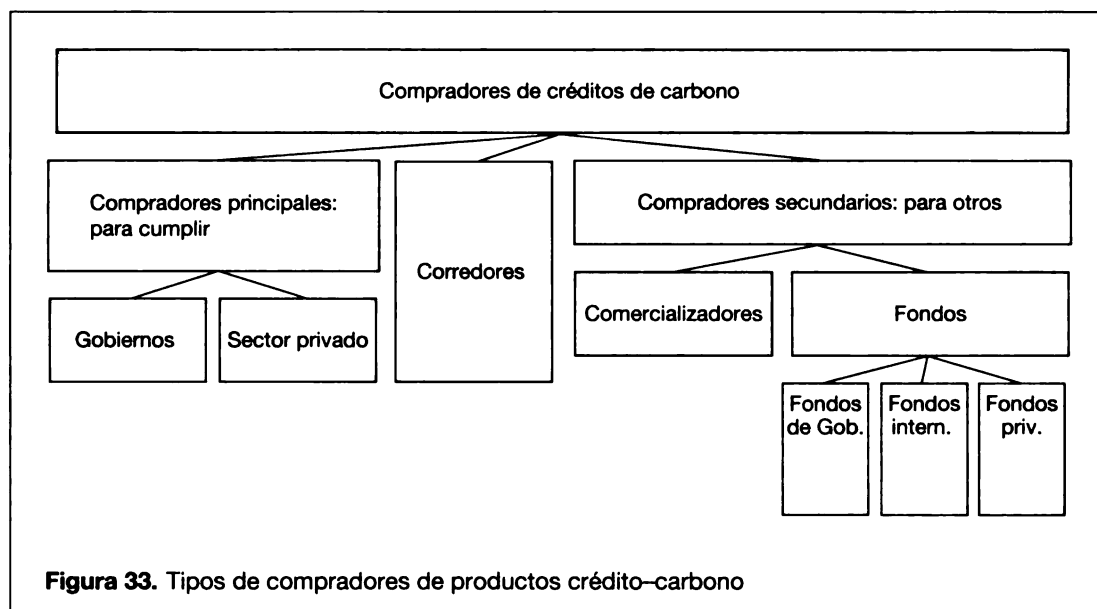
9.8 ¿Quiénes son los compradores potenciales de CRE forestales?

Los usuarios de créditos de carbono son las compañías y los gobiernos de los países que tienen compromisos de reducción de emisiones. Las compañías y los gobiernos que no pueden conseguir sus metas fácilmente con sus propias operaciones van a los mercados para comprar créditos de carbono. Los desarrolladores de proyectos MDL son los principales proveedores de créditos de carbono. El cumplimiento de las metas de emisiones es el objetivo fundamental de los usuarios de créditos de carbono. Si bien los usuarios pueden comprar créditos directamente a los proveedores, también se han desarrollado organizaciones intermediarias que ofrecen productos a los usuarios de créditos de carbono.

Entre los compradores de créditos de carbono se encuentran aquellos que quieren utilizar ellos mismos el producto de cumplimiento y los que compran en representación de otros. Hay compradores que son, a la vez, usuarios, fondos de carbono (incluidas las facilidades de carbono) y comercializadores. Las compañías corredoras de bolsa que trabajan con productos de carbono pueden actuar como intermediarios entre proveedores y todo tipo de compradores; estos compradores pueden ser clasificados (figura 33).

Un fondo de carbono es un proceso público y transparente de licitación, diseñado para construir una cartera de proyectos, que se espera entregue un cierto volumen de créditos de carbono. Los primeros fondos fueron establecidos y administrados por el Banco Mundial (Prototype Carbon Fund, Community Development Carbon Fund y BioCarbon Fund), aunque también hay fondos gubernamentales en algunos países (CERUPT y ERUPT) que han desempeñado un papel importante en el desarrollo de los mercados de carbono y han asumido los riesgos más altos de un mercado naciente. El interés principal de los fondos privados de carbono es solamente el valor para el accionista. Ninguno de los fondos, gubernamentales o privados, incluye actualmente al MDL forestal.

Los compradores con compromisos de reducción adquieren créditos de carbono para su propio uso. Los usuarios más importantes de créditos provenientes de proyectos forestales MDL no son parte del Sistema Europeo de Comercio de Emisiones, pero incluyen los gobiernos de países que son partes del PK (gobiernos europeos, Canadá y Japón), así como sectores privados de Japón y Canadá. Para las compañías privadas, y también para los gobiernos con metas de cumplimiento, las barreras para comprometerse con transacciones de créditos, y directamente con los desarrolladores de proyectos, pueden ser muy grandes. Los desarrolladores de proyectos se encuentran ubicados normalmente en regiones muy remotas, provienen de diferentes culturas, hablan idiomas diferentes y pertenecen a un ambiente de negocios distinto. Los compradores intermediarios, que buscan revender créditos de carbono, pueden crear un vínculo entre el usuario de dichos créditos y el proveedor



principal de créditos del MDL. Las organizaciones intermediarias (por ejemplo, fondos o comerciantes especializados) pueden crear y mantener el conocimiento técnico preciso para comprometerse en negocios con proyectos forestales.

En este momento, hay al menos dos grandes compañías comercializadoras que compran créditos de carbono a proyectos forestales MDL. Dado el conocimiento de estas comercializadoras sobre la dinámica y la mecánica de los mercados de carbono, su compromiso inicial en el MDL forestal sugiere la existencia de un gran potencial en esos mercados. Las compañías comercializadoras privadas compran créditos de carbono de diversas fuentes, incluyendo también proyectos forestales MDL, y los juntan en una sola cartera. La cartera permite ofrecer un producto estandarizado de cumplimiento a los compradores, con un bajo perfil de riesgo. El gran volumen de créditos y el conocimiento técnico especializado convierten a las compañías comercializadoras en el intermediario ideal entre los usuarios y los dueños de proyectos forestales MDL, y en el mecanismo de acceso a los mercados para estos últimos.

Algunos fondos y también los comercializadores privados (aunque usualmente no los compradores de cumplimiento) se comprometen con proyectos

en sus etapas iniciales de desarrollo. Es posible vender créditos de carbono con base, solamente, en una idea general de proyecto, incluso antes del comienzo de la estación de siembra. Los precios de las transacciones en etapas iniciales son mucho más bajos que los precios de proyectos registrados, y más aún de créditos expedidos, por el riesgo de que los créditos contratados nunca sean expedidos. Las transacciones de compra en etapas iniciales pueden ayudar a los desarrolladores de proyectos a alcanzar su cierre financiero; sin embargo, por regla general, los créditos de carbono se pagan una vez que hayan sido expedidos. Algunos compradores hacen pagos limitados por adelantado, tras las debidas diligencias técnicas, financieras y de MDL. Si los compradores se comprometen desde el inicio con el proyecto MDL, a menudo apoyan el proceso hasta su registro. Los fondos de carbono financian de antemano el desarrollo del componente MDL de un proyecto. En la misma medida, algunos compradores privados desarrollan proyectos MDL gratis, o cubren los costos del desarrollo, si se establecen previamente acuerdos vinculantes de compra de reducción de emisiones.

Los países Anexo 1 han desarrollado enfoques diferentes para cumplir con sus obligaciones de reducción de emisiones bajo el PK. Mientras algunos países, como Japón o Canadá, han

desarrollado sistemas nacionales obligatorios o voluntarios para la comercialización de emisiones, otros, como los de la UE, se han asociado y han creado una zona de mercado internacional, a fin de obtener reducciones costo-efectivas. Se espera que Japón satisfaga una gran parte de sus obligaciones de reducción de emisiones, en el primer período de cumplimiento, con créditos generados en otras partes del mundo a través de los mecanismos de flexibilidad del PK. Ese país ha establecido una estrategia voluntaria de eficiencia energética, la cual se espera que produzca efectos sobre las emisiones domésticas únicamente a largo plazo. En consecuencia, los objetivos de reducción de emisiones han sido establecidos como un auto-compromiso por parte de la federación de industrias de Japón (Keidanren) y lograrlos dependerá del auto-compromiso más que de las sanciones. Además de la estrategia a largo plazo, Japón tiene un sistema nacional de comercio de emisiones, mediante el cual se subsidian inversiones en tecnologías de reducción de emisiones en instalaciones nuevas. El gobierno japonés ha invitado a 34 compañías a participar en el esquema. Probablemente, las reducciones globales provenientes de este sistema cubrirán solo una pequeña parte de las obligaciones de Japón. Uri cálculo simple estima que a Japón le faltarán 222M de créditos de carbono al año para cumplir con sus obligaciones de Kioto, hasta el 2012. Esta estimación se basan en la proyección de la línea base de Japón (según una tasa de crecimiento del 1%), a la cual se deducen luego las reducciones del plan de acción voluntaria de Keidanren, los RMU a los que Japón tiene derecho bajo el Anexo Z⁴⁶ y el volumen comprable bajo sus fondos de adquisición estimados actualmente. Otros estudios calculan que a Japón le faltarán 725M de créditos de carbono hasta el 2012 (Morgan 2005). Por lo tanto, el enfoque del país para realizar su objetivo de reducciones de emisiones depende fuertemente de la adquisición de asignaciones y CRE. El gobierno de Japón, así como su industria, son compradores potenciales que pueden ejercer una gran demanda por créditos de carbono, incluidos créditos provenientes del MDL forestal.

El sistema obligatorio de reducción de emisiones de Canadá, dirigido a los grandes emisores finales y conocido como el Plan Green, se hará efectivo en el 2008. El sistema establece metas muy bajas que se pueden cumplir por medio de medidas tecnológicas de reducción, asignación de emisiones entre instalaciones dentro de la estructura de Plan Green y el uso de créditos provenientes de los mecanismos de flexibilidad del PK. Pese al Plan Green, se estima que a Canadá le faltarán créditos para cumplir con sus compromisos de reducción, establecidos por el PK. Por esta razón, Canadá puede ser visto como un comprador potencial en el mercado global de carbono. La brecha de reducción de emisiones de Canadá ha sido estimada en 1 billón de créditos hasta el 2012 (Morgan 2005). Sin embargo, un cambio reciente de gobierno ha suspendido temporalmente todos los desarrollos relevantes en este campo y actualmente existen incertidumbres sobre cómo el país procederá con su estrategia de reducción de emisiones. En una comunicación directa con EcoSecurities, se expresaron algunas reservas en torno al hecho de que Canadá se comprometa en actividades internacionales de reducción de emisiones. Algunos abogan por que el gobierno de Canadá se limite a actividades domésticas para alcanzar sus metas de reducción de emisiones. Por ello, continúa siendo incierta la medida en la cual Canadá puede contarse entre los países potencialmente compradores de créditos MDL forestales.

Los países de Europa alcanzarán el 40% de sus obligaciones de reducción de emisiones, en un esfuerzo conjunto, a través del Sistema Europeo de Comercio de Emisiones (EU-ETS). Los países participantes elaboran planes nacionales de asignación que distribuyen una cierta cantidad de concesiones o asignaciones de emisiones (EUA) entre los mayores emisores industriales. Dependiendo de su capacidad para utilizar más o menos de sus concesiones asignadas, los emisores participantes en el sistema se pueden encontrar en una situación de déficit o superávit y pueden dirigirse entonces al ETS para vender sus excedentes o, en caso contrario, para comprar

⁴⁶ Anexo donde se establece la máxima cantidad de créditos provenientes de manejo forestal que un país del Anexo I puede utilizar durante el primer período de cumplimiento.

créditos. El sistema permite el comercio con EUA y la importación de créditos desde los mecanismos de flexibilidad del PK, a través de la Directiva de Enlace. Sin embargo, la primera etapa del EU-ETS no permite el uso de créditos forestales para cumplimiento. Durante el presente año, se tomará una decisión sobre cómo se tratará este tema (acápito 9.1) durante la segunda etapa de este mercado (2008–2012). Además del EU-ETS, los países deben cumplir con el 60% de sus obligaciones de reducción por otros medios. Mientras que países como Alemania y el Reino Unido dependen principalmente de estrategias de eficiencia energética y otras políticas y medidas para sus reducciones domésticas, otros países como Italia o España no podrán cumplir con sus obligaciones únicamente con actividades domésticas y deberán hacer uso, además, de créditos provenientes de los mecanismos de flexibilidad. Por esta razón, los gobiernos europeos pueden ser consideradores entre los compradores potenciales de créditos forestales.

En comunicaciones personales, EcoSecurities recibió señales de que algunos países están considerando la posibilidad de comprar créditos de proyectos forestales MDL. Con base en dichas comunicaciones, así como en observaciones a largo plazo de las tendencias de mercado, EcoSecurities piensa que algunos países se abstendrán del MDL forestal hasta tanto los mercados no alcancen un mayor dinamismo (cuadro 36).

9.9 ¿Cuál es el volumen de mercado para el MDL forestal?

Para el primer período de cumplimiento del PK, el uso de créditos de carbono de proyectos forestales MDL está restringido y limitado al 5% de las emisiones de 1990 de los respectivos países. Por lo tanto, el volumen teórico de mercado resulta ser de 231M de créditos de carbono aproximadamente. Dado que algunos países han formulado políticas para abstenerse del uso del MDL en

Cuadro 36. Países considerados como compradores potenciales de créditos con sus emisiones de 1990 y expectativas de EcoSecurities en cuanto a la inclinación de comprar créditos de carbono (mt CO₂-e) provenientes de proyectos forestales del MDL

País	Todos los países	Parece que va a utilizar	Incierto	No parece que vaya a utilizar
	Total de emisiones 1990	5% de las emisiones de 1990	5% de las emisiones de 1990	5% de las emisiones de 1990
Japón	1.173	59		
España	261	13		
Italia	429	21		
Irlanda	31		2	
Finlandia	54	3		
Austria	59		3	
Alemania	1.012			51
Bélgica	113			6
Países Bajos	168			8
Canadá	457			23
Dinamarca	52		3	
Portugal	42	2		
Suecia	61	3		
Suiza	44		2	
Reino Unido	584			29
Grecia	82		4	
Total	4.623	101	13	117

absoluto y que otros evitarán el MDL forestal, los mercados podrían limitarse a un volumen de 101M de créditos de carbono. Si se alcanzaran tres cuartas partes de este volumen, más de 75M de créditos de carbono de proyectos MDL forestales podrían ser generados y transados hasta el 2012.

Actualmente, el Banco Mundial es, de lejos, el comprador más grande de créditos del MDL forestal gracias al BioCarbon Fund, el cual posee una cartera de proyectos candidatos que aportarán hasta 22M de créditos de carbono. Suponiendo una prolongación de su estrategia de compra anterior, puede estimarse que el Banco Mundial entrará en acuerdos de compra hasta por 9M de créditos de carbono. Si se ajustan los volúmenes proyectados por el riesgo de bajo desempeño de los proyectos, puede esperarse que el BioCarbon Fund produzca aproximadamente 6M de créditos de carbono de su portafolio. Esto significa que aproximadamente el 90% del volumen de mercado para créditos provenientes de proyectos forestales MDL todavía sigue disponible.

9.10 ¿Cuáles son las etapas de comercialización de los proyectos forestales MDL?

Al comprometerse en negociaciones que giran en torno a transacciones por la remoción de GEI o reducción de emisiones, el comprador potencial recoge información que le permita formarse una idea precisa del proyecto. En primer lugar, hay que informarse acerca del MDL, a fin de asegurar que el proyecto es elegible, cumple con los criterios de aprobación del país anfitrión y representa un beneficio climático "adicional". Investigar un proyecto según tales criterios del MDL, permite tener una idea de si el proyecto califica para ser registrado bajo el mecanismo y así entregar, eventualmente, créditos de carbono. En segundo lugar, los proponentes estiman el potencial del proyecto para remover carbono y, de ese modo, generar CRE dentro de un determinado lapso. Para los proyectos forestales MDL, esto implica la moderación del crecimiento del bosque y de la captura del carbono en la biomasa que se va acumulando. En tercer lugar, el proyecto necesita demostrar su rentabilidad. Los procedimientos de debida

diligencia permiten al comprador de créditos de carbono entender la probabilidad de que el proyecto logre el cierre financiero y alcance la etapa de implementación. Por último, algunos compradores ponen énfasis en características complementarias del proyecto y buscan asegurarse de que el mismo contribuye a una percepción pública positiva, dado que los proyectos MDL son objeto de interés público. Los procedimientos y los resultados previstos de la investigación de proyectos dependen de la etapa de planificación e implementación en la cual se encuentra el proyecto, y de la agenda del comprador potencial.

9.11 ¿Qué son los acuerdos de compra?

Existen varios documentos legales que son pasos típicos en el proceso que lleva a un acuerdo de compra. En la primera etapa, después de las negociaciones iniciales, las partes firman un acuerdo marco en una Carta de Intención (Cdl), a veces también designada una Carta de Compromiso (CdC). Con base en este documento, el ERPA puede ser firmado más tarde. Los pasos contractuales incluyen:

- **Cdl:** documento entre las partes participantes para aclarar los intereses, las obligaciones y el programa de negociaciones. Incluye los términos básicos de la transacción pero no es un acuerdo vinculante. Usualmente, la Cdl es válida solo durante un corto período de tiempo y termina al firmarse el ERPA.
- **ERPA:** el acuerdo de compra basado en la Cdl se estructura como un contrato que debe ser firmado por todas las partes involucradas. El ERPA es un acuerdo vinculante e incluye obligaciones y responsabilidades.

Un acuerdo de transacción de reducciones de emisiones (tanto una Cdl como un ERPA) aborda una serie de parámetros claves que definen el objeto de la transacción, junto con su aplicabilidad y condiciones de validez. Desde un punto de vista práctico, los aspectos claves incluyen las especificaciones de volumen y la programación para la entrega de créditos, el programa de pagos, la fijación de precios y las responsabilidades. Los parámetros claves se detallan a continuación:

- **Condiciones:** es posible limitar la aplicabilidad del contrato a ciertas condiciones que deben ser cumplidas. Estas condiciones podrían incluir la validación y el registro exitoso del proyecto, la certificación según los estándares de calidad, la aprobación nacional del país anfitrión y detalles específicos del proyecto, tales como las fechas de inicio y finalización.
- **Volumen y programa de entrega:** al inicio del proyecto, cuando se negocian las transacciones, no siempre es claro cuán grande es el potencial del proyecto para reducir las emisiones. Como no se conoce la cantidad de CRE, generalmente el vendedor quiere alguna flexibilidad en cuanto al volumen de créditos de carbono y el programa de entrega. Las opciones disponibles incluyen:
 - Cantidad anual fija a una fecha establecida cada año. El vendedor acuerda entregar un número de CRE generados por el proyecto en el año anterior.
 - Cantidad anual fija con aceleración. El vendedor acuerda entregar el 100% de los CRE generados por el proyecto hasta alcanzar un límite superior.
 - Combinaciones. Se pueden combinar las opciones anteriores—por ejemplo, que el vendedor entregue una cierta cantidad de CRE del proyecto, antes de una fecha determinada. O bien, el vendedor se compromete a entregar cada año un cierto porcentaje de los CRE generados el año anterior.
 - Tratamiento de CRE adicionales. El ERPA puede incluir previsiones para el tratamiento de posibles excesos de créditos, las cuales pueden establecer que el comprador tendrá derecho a rechazar o comprar los excedentes de CRE generados por el proyecto. Otra opción es que el vendedor maneje los excedentes y pueda proponerlos a terceros compradores.
- **Programa de pagos:** La viabilidad del esfuerzo de negocios sufre con el retraso entre un volumen de inversión pagado por adelantado y la ocurrencia de los retornos. Largas demoras en los retornos son una característica importante de los proyectos forestales y constituyen, por lo tanto, una de las barreras más importantes para la implementación. Algunos compradores han adaptado su modelo de negocios y suministran pagos limitados por adelantado para activar los proyectos que producirán créditos de carbono en un momento dado. En principio, los pagos en una transacción de reducción de emisiones podrían hacerse según las siguientes opciones:
 - Pago por adelantado: el vendedor recibe un pago por CRE al firmar el ERPA.
 - Pago a la entrega: el vendedor recibe pago por CRE al entregar la cantidad acordada de créditos de carbono.
 - Combinación: un pago inicial por adelantado posibilitaría el desarrollo del proyecto, en tanto que la mayor parte de los créditos de carbono se pagan contra entrega.
- **Fijación de precios:** las diferentes opciones para la fijación de precios involucran un riesgo tanto para el vendedor como para el comprador. Con un precio fijo, independientemente del desarrollo del mercado, el precio de los CRE sigue siendo el mismo. Un acuerdo de este tipo tiene la ventaja de que permite realizar proyecciones de flujo de caja bastante ciertos. Por otro lado, las ventajas del desarrollo del mercado podrían perderse si se realizan compromisos para comprar a un precio fijo demasiado temprano. En algunos casos, es preferible relacionar el precio de una transacción a los mercados diarios de bienes como los EUA. Entre las opciones para la fijación de precios están:
 - Un precio fijo que el comprador acuerda pagar al vendedor por cada CRE entregado.
 - Un precio indexado simple, el comprador acuerda pagar al vendedor un porcentaje del precio de mercado de una EUA por cada CRE entregado antes de una fecha acordada.
 - Un precio indexado con un mínimo y un tope, que es esencialmente la misma estrategia que en la opción anterior, pero con un tope máximo y un mínimo de precio independientes del precio de la concesión de la UE.
- **Responsabilidades:** el acuerdo contiene una descripción de las responsabilidades y las soluciones para el caso de que el vendedor o el comprador no cumplan con su obligación contractual. En un escenario típico, el comprador de créditos de carbono es una entidad financieramente poderosa de un país desarrollado que, por lo tanto, debe cumplir un compromiso

de reducción de emisiones. Por consiguiente, el riesgo de que el comprador no pueda pagar es pequeño. Por otro lado, el vendedor podría ser una entidad de un país en desarrollo, con un ambiente de negocios de menor certidumbre, en el cual el incumplimiento en la entrega no es improbable. La mayoría de los ERPA se diseñan para proteger al comprador de créditos contra riesgos. Las responsabilidades para el comprador y el vendedor incluyen varias opciones:

- Incumplimiento de entrega: si el vendedor no logra entregar la cantidad acordada, el comprador puede exigir que el vendedor provea un reemplazo a los CRE no entregados; demandar por daños y perjuicios al vendedor; exigir que el vendedor provea, al año siguiente, una cantidad adicional de CRE igual a la cantidad que falló en entregar el año anterior; terminar el contrato y reclamar cualquier pago anticipado realizado al vendedor, más otros costos pendientes, ajustados por una tasa de interés.
- Incumplimiento de pago: el vendedor puede exigir el pago de un interés a cierta tasa; demandar por daños y perjuicios al comprador; recuperar los CRE ya entregados pero no pagados; terminar el contrato.

9.12 ¿Cuándo vender?

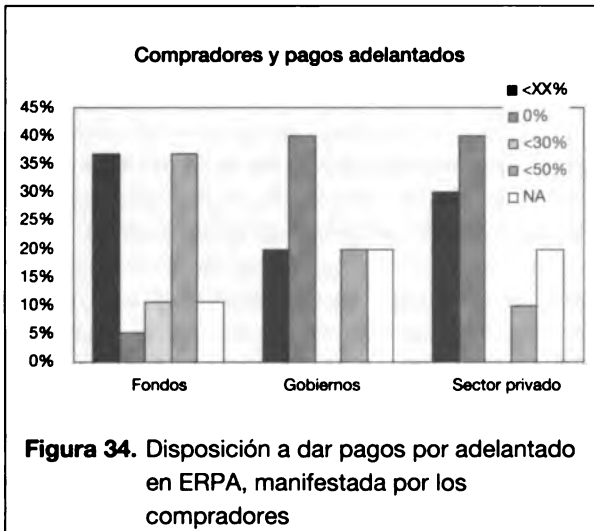
Los proyectos forestales MDL solamente pueden verificarse cada cinco años después de la primera verificación. Por consiguiente, los créditos de carbono pueden ser emitidos solamente una vez por período de cumplimiento. Con el fin de permitir a los árboles crecer tanto como sea posible, y así acumular una máxima cantidad de carbono, el proyecto forestal debería realizar la verificación justo antes del final del período de cumplimiento; es decir, a finales del año 2012. Si se aplica este concepto y la verificación se realiza en el 2012 (algunos proyectos, particularmente los retroactivos, pueden verificarse antes del 2012, y otros pueden decidir realizar la primera verificación después del 2012), el mismo criterio será aplicable para la expedición de tCERs o ICERs, y la consiguiente entrega de créditos bajo los ERPA. Solamente los créditos emitidos antes de finales de 2012 pueden ser utilizados para demostrar cumplimiento con

las metas de reducción de emisiones, razón por la cual ese es el momento en el tiempo en el cual se espera tener la mayor actividad comercial.

Muchos proyectos no desean esperar hasta 2012 para comercializar sus créditos de carbono; asimismo, muchos compradores desean obtener una cantidad considerable de créditos antes de que el marco de tiempo sea demasiado justo. En las transacciones por adelantado, las partes acuerdan sobre la compra y venta de créditos de carbono a precios y volúmenes acordados, aún antes de su expedición. Aunque en muchos ERPA, los términos son acordados mucho tiempo antes de que se realice la transacción real, no es una práctica común dar pagos por adelantado. Lo normal es pagar los créditos una vez que estos hayan sido entregados. Para proyectos forestales, el pago contra entrega pospondría el flujo de caja proveniente de ingresos por carbono hasta finales del 2012. De esta manera, y dados los planes ajustados de inversión de muchos proyectos forestales, muchos desarrolladores de proyectos MDL están interesados en negociar al menos pagos parciales por adelantado con los compradores. Más de la mitad de los fondos de carbono encuestados manifestaron su aceptación a los pagos por adelantado a proyectos con ERPA, aunque de orden limitado. Los encuestados del sector gobierno e industria estuvieron mucho menos dispuestos a considerar este tipo de pagos (figura 34). Los participantes en la encuesta también subrayaron que cualquier pago por adelantado podría ser posible, únicamente después de que los proyectos hubieran alcanzado el cierre financiero y tras la debida diligencia de los criterios del MDL y del financiamiento.

9.13 ¿Cómo influye la contribución del proyecto al desarrollo sostenible en el mercadeo?

El objeto último de los usuarios de créditos de carbono es el cumplimiento de sus metas de reducción de emisiones. Además, los compradores pueden invertir directamente en proyectos MDL en una manera que les permita trabajar también en la consecución de otras metas que formen parte de su estrategia, como por ejemplo, cimentar la influencia regional, conseguir responsabilidad social

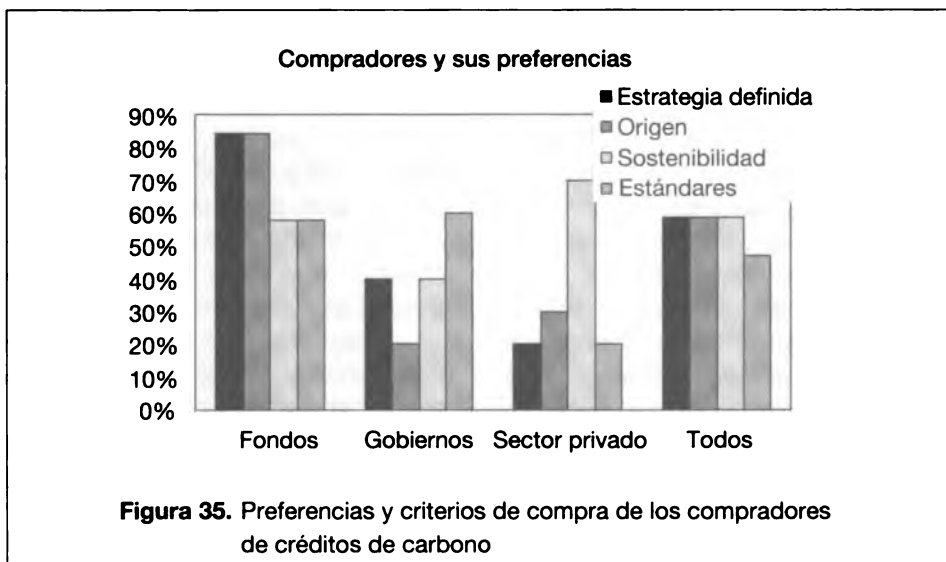


generación de beneficios colaterales y el cumplimiento de estándares de calidad (figura 35).

El origen regional de un proyecto MDL fue mencionado por el 59% de los participantes como un criterio importante en la elección de proyectos. Los participantes en la encuesta provenientes de compañías internacionales dijeron estar interesados en buscar proyectos MDL cerca de sus operaciones en países en desarrollo. Algunos fondos dijeron tener un enfoque regional (por ejemplo, la iniciativa de carbono CAF-España se focaliza en los países miembros del CAF únicamente). Adicionalmente, muchos fondos y algunos compradores gubernamentales expresaron un particular interés en proyectos establecidos en los países menos desarrollados; en especial los países africanos. Las preferencias regionales de los compradores se traducen en una ventaja para aquellos proyectos que pueden encontrar un comprador con un interés particular en la región del proyecto.

corporativa, contribuir a los objetivos de relaciones públicas y fomentar el desarrollo sostenible. Para alcanzar tales objetivos, los compradores tienen una serie mixta de preferencias para seleccionar los proyectos MDL. Cuestionados sobre sus preferencias, la mayoría de los compradores de créditos de carbono (59%) encuestados dijeron tener políticas específicas en cuanto a las características de los proyectos a los cuales buscan comprar créditos. Entre las características de proyecto más importantes buscadas por los compradores están la procedencia regional, la

Muchos compradores están buscando proyectos que producirían beneficios colaterales en términos de desarrollo sostenible. Entre los participantes del estudio, el 70% de los representantes de la industria y el 58% de los administradores de fondos dijeron que darían prioridad a los proyectos que también produjeran beneficios colaterales. Cuando se les preguntó sobre su percepción de los beneficios



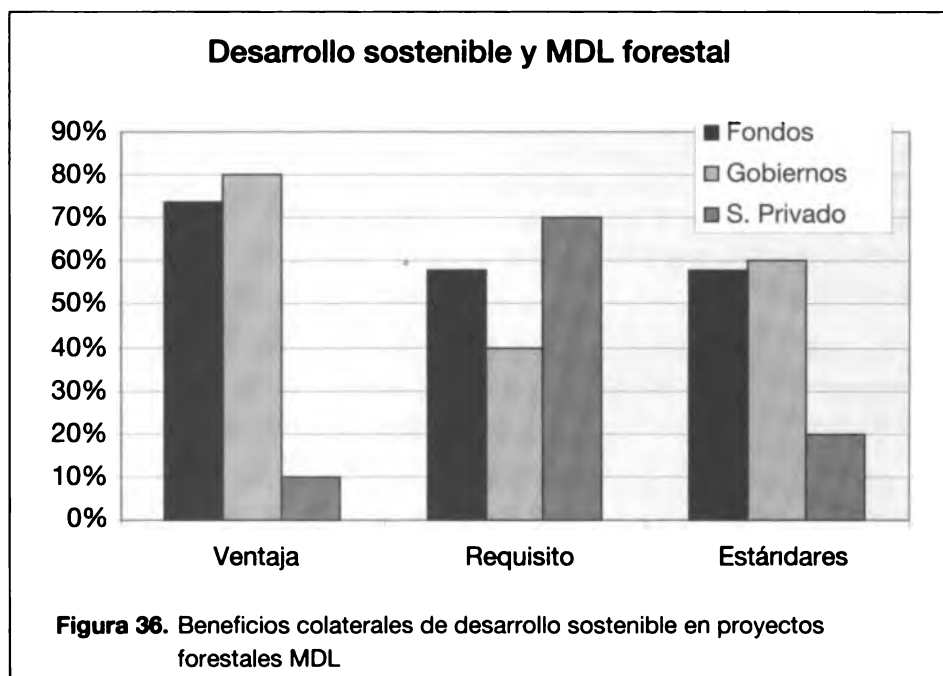
colaterales de sostenibilidad en proyectos forestales MDL, las respuestas fueron bastante diversas entre compradores de procedencia diferente (figura 36). Sólo el 10% de los representantes industriales consideró los beneficios colaterales de sostenibilidad como una ventaja del MDL forestal; en el sector gobierno y en el de fondos, este porcentaje se elevó a 74% y 80%, respectivamente. El potencial particular del MDL forestal para producir beneficios colaterales de sostenibilidad está siendo discutido ampliamente entre aquellos que quieren utilizar el negocio de cambio climático para, además, perseguir objetivos de desarrollo (Neef y Henders 2006). Los beneficios colaterales de sostenibilidad, particulares de los proyectos de manejo del suelo, pueden ser menos evidentes para los representantes industriales con una formación diferente.

Aproximadamente el 60% de los representantes de fondos y gobiernos considera que los estándares de calidad (tales como el Gold Standard o el Estándar CCB) son una buena manera de demostrar el potencial de un proyecto para producir beneficios colaterales de sostenibilidad. Por otro lado, solo el 20% de los representantes de la industria cree lo mismo. Esto puede deberse al hecho de que sólo el 60% de ellos conocía sobre estos estándares. Para

algunos compradores, la aplicación de estándares de calidad representa un valor agregado.

9.14 ¿Cuáles son las perspectivas de mercado?

Actualmente, los mercados para el MDL forestal están todavía en una etapa de exploración. Del lado de los compradores, la demanda del mercado es comandada por los fondos del Banco Mundial que compran créditos de carbono de proyectos forestales. Aunque existe un interés inicial, los gobiernos de Europa aún no se han comprometido directamente en transacciones de carbono provenientes de proyectos forestales. El sector privado europeo, a su vez, se encuentra cubierto en gran medida por EU-ETS, lo que excluye por ahora los créditos de carbono generados por los proyectos forestales MDL. En Japón, aún no ha sido establecido un marco para la utilización de créditos de carbono provenientes de proyectos forestales; en consecuencia, ni el sector privado ni el gobierno ha mostrado interés en ellos. Para que los gobiernos de Europa y Japón, así como el sector privado japonés, puedan aumentar la compra de créditos de carbono de proyectos forestales, un trabajo de definición de políticas debe realizarse en los niveles nacionales.



La Directiva de Enlace del EU–ETS es la regulación relevante que relaciona los mecanismos de Kioto al EU–ETS y que permite la importación de créditos de carbono generados por proyectos MDL. En su forma actual, la directiva de enlace es válida para la fase I, hasta finales del 2007, y excluye los créditos de carbono de proyectos forestales MDL. Esta exclusión es la que ha frustrado y retardado el desarrollo de mercados para el MDL forestal.

Por ahora, no hay certeza sobre la existencia de mercados de carbono después del 2012, cuando termine el primer período de cumplimiento del PK. Los países están discutiendo una posible renovación del PK, con un segundo período de cumplimiento, así como acuerdos alternativos. Debido a estas incertidumbres, prácticamente ningún comprador está comprometiéndose en transacciones de créditos de carbono con un marco de tiempo más allá del 2012 (salvo el Banco Mundial). Las negociaciones sobre el período post-Kioto comenzaron en diciembre del 2005, con el establecimiento de los cimientos para los mercados de carbono después del 2012. Si las negociaciones post-Kioto tienen éxito, no es de ninguna manera claro qué regulaciones se aplicarán a la remoción de carbono en proyectos de actividades forestales. Nuevas regulaciones pueden acordarse, más países pueden involucrarse y tipos adicionales de actividades pueden ponerse a disposición para generar créditos de carbono. Por ejemplo, en la actualidad hay una enérgica discusión sobre la posibilidad de incluir en los futuros acuerdos, un mecanismo que genere financiamiento de carbono proveniente de la conservación de bosques y la prevención de la deforestación. Los mercados de carbono más allá de 2012 tienen un gran potencial pero también grandes incertidumbres para los desarrolladores de proyectos.

9.15 ¿Qué se puede recomendar a un desarrollador de proyectos sobre el mercadeo?

Las metas de comercialización deberían integrarse desde las primeras etapas del proyecto, cuando aún se puede modificar el diseño del mismo, para integrar los requerimientos de los compradores de créditos de carbono. Quienes integran el desarrollo del componente MDL del proyecto y la

comercialización de créditos de carbono, comparten un interés mutuo con el dueño del proyecto por trabajar hacia el éxito de ambos aspectos. Estas asociaciones pueden dar a los proyectos acceso a mercados secundarios, donde la comercialización de una cartera de créditos de carbono permite otros enfoques para el manejo de riesgos. Los intermediarios tienen una posición fuerte en el mercado y una asociación con ellos puede traducirse en una mayor seguridad de éxito, en vez de esperar que la comercialización y la identificación del comprador más apropiado coincidan en algún momento.

Criterios exitosos de comercialización

- El proyecto produce beneficios socioeconómicos colaterales: crea empleo y nuevas fuentes de ingresos a los pobres de zonas rurales; la población no necesita trasladarse a fin de liberar los sitios de plantación, o, en caso contrario, reciben una compensación apropiada.
- El proyecto contribuye con otros objetivos medioambientales: las plantaciones incluyen especies autóctonas que se manejan en ciclos largos de rotación; el proyecto planta sobre sitios degradados y así contribuye a la protección de los suelos; no es necesario el desmonte de grandes extensiones de tierras cubiertas actualmente por vegetación leñosa.
- El proyecto consigue certificación con base en los criterios del FSC y de la CCBA.
- El proyecto cumple con todos requisitos de elegibilidad del MDL.
- El proyecto ha asegurado la inversión y alcanzó el cierre financiero; sólo está esperando el registro bajo el MDL para comenzar las operaciones.
- El proyecto está basado en un plan de negocios que incluye proyecciones detalladas de flujo de caja, una estructura comprensiva según los principios de ingeniería forestal y operaciones, y un enfoque para el manejo de riesgos.
- El proyecto ha obtenido un plan de seguros con una importante aseguradora internacional.
- El proyecto recibe asesoramiento especializado desde las primeras etapas, para el mejoramiento del diseño del proyecto, de manera que se facilite el proceso de registro MDL y se mejore la comercialización del componente MDL.

- El proyecto tiene un socio fuerte con acceso a mercados de carbono que puede apoyar tanto el desarrollo del componente MDL como la venta de créditos de carbono.

Bibliografía

- Bird, N; Dutschke, M; Pedroni, L; Schlamadinger, B. 2004a. tCERs or ICERs? Choices of CDM credits for reforestation and afforestation. CDM Investment Newsletter 4: 13–16.
- Bird, N; Dutschke, M; Pedroni, L; Schlamadinger, B; Vallejo, A. 2004b. Should one trade tCERs or ICERs? ENCOFOR. <http://www.joanneum.at/encofor/publication>.
- Dutschke, M; Schlamadinger, B; Wong, J; Rumberg, M. 2004. Value and risks of expiring carbon credits from CDM afforestation and reforestation. Hamburg, DE, Hamburg Institute of International Economics. Hamburgisches Welt-Wirtschafts-Archiv (HWWA) Discussion Paper # 290.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2000. Special report on land-use, land-use change and forestry. 377 p.
- Locatelli, B; Pedroni, L. 2004. Accounting methods for carbon credits: impacts on the minimum area of forestry projects under the Clean Development Mechanism. Climate Policy 4:193–204.
- Marechal, K; Hecq, W. 2006. Temporary credits: A solution to the potential non-permanence of carbon sequestration in forests? Ecological Economics 58(4): 699–716.
- Morgan, S. 2005. Equity plays on the emerging carbon market. United Nations Environment Programme—UNEP Risoe Centre—CD4CDM. 44 p.
- Neeff, T; Henders, S. 2006. Guía sobre los mercados y la comercialización de proyectos MDL forestales. Informe para el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, CR. EcoSecurities Consult.
- Neeff, T; Tippmann, R; Fehse, J; von Luepke, H. 2006. An exemplary insight into forestry CDM investment opportunities and prospects for sustainable development. CDM Investment Newsletter no. 01:11–14.
- Olschewski, R; Benitez, P. 2005: Secondary forests as temporary carbon sinks? The economic impact of accounting methods on reforestation projects in the tropics. Ecological Economics 55(3):380–394.
- Schlamadinger, B; Bosquet, B; Streck, C; Noble, I; Dutschke, M; Neil, B. 2005. Can the EU emission trading scheme support CDM forestry? Climate Policy 5:199–208.
- Swiss Re Media Center. 2006. RNK capital and Swiss re structure first insurance product for CDM carbon credit transactions. Press release 13.06.2006.
- UNEPRisoeCenter.2006.UNEPRisoeCDMPipeline. <http://www.cd4cdm.org/Publications/CDMpipeline.xls>.

10 Guía para la estimación de gases de efecto invernadero en proyectos MDL de bioenergía

Oscar Coto*

*Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE

10.1 ¿A quién va dirigida esta sección de la guía?

Esta sección de la guía se ha preparado como una contribución del proyecto FORMA para desarrolladores de proyectos y otros interesados en dar respuesta a preguntas frecuentes sobre la formulación de proyectos de bioenergía en el contexto del MDL.

La sección de la guía no pretende sustituir los textos oficiales del MDL disponibles en el sitio Internet oficial del MDL (www.cdm.unfccc.int), donde se ofrecen, entre otros, los elementos oficiales necesarios para la formulación de DDP y metodologías aplicables a la formulación de distintos tipos de proyectos. La formulación de todo proyecto para el MDL está enmarcada en las decisiones de la CMNUCC, las cuales se expresan en los textos y metodologías aprobados por la JD del MDL. En ellos se define la mecánica concreta para las estimaciones a ser realizadas a nivel de fuentes y de tipos de gases de efecto invernadero; además, se señalan los escenarios de línea base y de emisiones de proyecto que deben ser considerados. El desarrollador del proyecto debe escoger y sustentar los datos necesarios para cada uno de los pasos del proceso, respetando los principios de

transparencia, conservadurismo, rastreabilidad y aplicabilidad de los valores seleccionados para las condiciones de cada proyecto.

10.2 ¿Qué es la bioenergía?

La biomasa ha sido usada por los seres humanos como fuente de alimento, forraje, fibra, material de construcción y fuente energética desde los inicios de la civilización. La bioenergía es la energía que proviene de combustibles que se producen directa o indirectamente a partir de biomasa, como la leña, carbón, cultivos energéticos, residuos agrícolas y forestales y sus subproductos, excretas animales, biomasa microbiana, bioetanol, biodiesel, biogás (metano) ó biohidrógeno. La biomasa excluye el material acumulado en formaciones geológicas que se ha fosilizado⁴⁶.

Existe una clasificación de combustibles de origen biológico que puede usarse como referente para establecer clasificaciones genéricas sobre dichos combustibles (cuadro 37). También están establecidas las fuentes más importantes de combustibles de origen biológico (cuadro 38). Ambos cuadros pueden ayudar a entender la compleja dinámica de fuentes bioenergéticas disponibles.

⁴⁶ FAO. 2004. Unified Bioenergy Terminology UBET. FAO Forestry Department. Wood Energy Programme.

La JD del MDL ha aceptado las siguientes definiciones sobre biomasa y residuos de biomasa, las cuales son útiles para el desarrollo de proyectos en el contexto del MDL.

Biomasa: es aquel material orgánico biodegradable y no fosilizado originado de plantas, animales y microorganismos; incluye productos, subproductos, residuos y desechos de la agricultura, forestería e industrias afines, así como las fracciones orgánicas y no fosilizadas de los desechos industriales y municipales. La biomasa también incluye los gases y líquidos recuperados de la descomposición de materiales orgánicos biodegradables y no fosilizados.

Residuos de la biomasa: son subproductos, residuos o desechos de la agricultura, forestería e industrias conexas; no se incluyen los desechos municipales u otras basuras que contengan materiales no biodegradables o fosilizados, aunque pueden incluirse pequeñas cantidades de material inerte inorgánico, como suelos o arenas.

Además, la JD del MDL ha reconocido el concepto de **biomasa renovable** como aquella que cumple con al menos una de las siguientes condiciones:

1. La biomasa se origina en áreas que son bosques⁴⁷ en las cuales:
 - El área de tierra permanece como bosque.
 - Se desarrollan prácticas de manejo sostenible para asegurar, en particular, que el nivel de inventarios de carbono de dichas áreas no disminuye sistemáticamente en el tiempo (aunque pueden reducirse temporalmente debido a la cosecha).
 - Se cumple con las políticas nacionales o regionales forestales y de conservación así como con las regulaciones respectivas.
2. La biomasa es de tipo leñosa o no leñosa y se origina de cultivos o pasturas en las cuales:
 - El área de tierra permanece bajo cultivo y/o las pasturas son revertidas a bosques.
 - Se desarrollan prácticas de manejo sostenible para asegurar, en particular, que el nivel de inventarios de carbono de dichas áreas no disminuye sistemáticamente en el tiempo (aunque pueden reducirse temporalmente debido a la cosecha).

Cuadro 37. Clasificación de combustibles de origen biológico

		Biomasa leñosa	Biomasa herbácea	Biomasa de frutas y semillas	Otros/mezclas
		Combustibles leñosos	Combustibles	agrícolas	
Cultivos energéticos		Arboles de bosques energéticos Arboles de plantaciones energéticas	Pastos energéticos Cereales energéticos	Granos	
Subproductos	Directos	Subproductos de raleos	Paja	Cascarillas, nueces, etc.	Subproductos animales, hortícolas, manejo de paisaje
	Indirectos	Subproductos de procesamiento Licor negro	Subproductos de procesamiento de cultivos fibrosos	Subproductos de procesamiento alimentario	Lodos biológicos Subproductos de mataderos
Materiales de uso final	Recuperados	Madera usada	Productos de fibras usadas	Productos usados de frutas y semillas	Subproductos municipales

Fuente: FAO 2004.

⁴⁷ La definición de bosque es establecida por cada país con base en las decisiones 11/CP.7 y 19/CP.9 (ver sección 3, acápite 3.3 de esta guía).

Cuadro 38. Fuentes de combustibles de origen biológico

Tipos de biomasa	Fuentes	Ejemplos
Biomasa leñosa	Leña de bosques y plantaciones	Arboles de bosques energéticos Arboles de plantaciones energéticas Arboles de rotación corta Productos de podas Subproductos de raleos Subproductos de cortas Arboles enteros Fracciones de árboles Arbustos Cortezas
	Subproductos de la industria de procesamiento de madera	Aserrín Cortes de sierra Partículas/subproductos de paneles Subproductos de plywood Subproductos de producción de corcho Licor negro
	Madera usada	Madera de construcción Papel usado
Biomasa herbácea	Cultivos energéticos	Pastos energéticos
	Subproductos agrícolas	Paja
	Subproductos agroindustriales	Bagazo Cascarilla de arroz Pinzote de palma africana, etc.
	Materiales de uso final	Ropas y aislantes
Biomasa de frutas y semillas	Cultivos energéticos	Granos energéticos
	Subproductos agrícolas	Cascarillas
	Subproductos agroindustriales	Subproductos de cervecería y producción de almidones
	Materiales de uso final	Aceite vegetal usado
Otros/mezclas	Subproductos animales	Boñiga, gallinazas
	Subproductos hortícolas	Malezas
	Subproductos de manejo del paisaje	Orillas del manejo de carreteras
	Subproductos agroindustriales	Subproductos de mataderos

Fuente: FAO 2004.

- Se cumple con las políticas nacionales o regionales forestales y de conservación así como con las regulaciones respectivas.
3. La biomasa es un residuo de biomasa (según la definición presentada anteriormente) y el uso del residuo de biomasa en la actividad de proyecto no involucra el decrecimiento de los inventarios de carbono; en particular madera muerta, basura u otro componente de carbono del suelo, en las áreas adonde se originan los residuos de biomasa.

4. La biomasa es la fracción no fósil de un desecho industrial o municipal.

10.3 ¿Cómo se clasifican los proyectos de bioenergía en el contexto del MDL?

No existe una clasificación de proyectos de bioenergía como tales en el MDL; lo que se tiene son 15 enfoques sectoriales definidos en el Protocolo de Kyoto. Los sectores son relevantes en el proceso de validación y verificación debido a que las EOD

deben tener una acreditación para cada sector en el que desea brindar servicios. De la misma forma, las metodologías de línea base y monitoreo se organizan a partir de dichos enfoques sectoriales.

Los enfoques sectoriales en el MDL son:

1. Industria energética (renovable y no renovable)
2. Distribución de energía
3. Demanda de energía
4. Industria de manufactura
5. Industria química
6. Construcción
7. Transporte
8. Minería y producción minera
9. Producción de metales
10. Emisiones fugitivas de combustibles (sólidos, petróleo, gas)
11. Emisiones fugitivas de la producción y consumo de halocarbonos y hexafluoruro de azufre
12. Uso de solventes
13. Manejo y eliminación de basura
14. Reforestación y forestación
15. Agricultura

Los proyectos de bioenergía podrían caer dentro de diversos enfoques sectoriales en el MDL. Por ejemplo, un proyecto de generación eléctrica a partir de residuos biomásicos, el cual desplaza emisiones debidas a generación eléctrica a partir de combustibles fósiles en una red eléctrica, podría ubicarse en el enfoque sectorial 1.

10.4 ¿Qué tipos de proyectos relacionados con la bioenergía son elegibles para el MDL?

Puede haber diversos tipos de proyectos de bioenergía elegibles para el MDL. Esos tipos de proyectos dependen de los procesos de conversión de la biomasa a combustible, las formas de energía producidas y las tecnologías empleadas para producirla.

Hay cuatro procesos de conversión de la biomasa que resultan en combustibles sólidos, líquidos o gaseosos (figura 37). Estos combustibles pueden

emplearse para producir distintas formas de energía térmica, mecánica o electricidad en una amplia gama de convertidores energéticos. En este momento, las tecnologías de conversión de la biomasa se encuentran en distintos estados de desarrollo (figura 38).

Algunos tipos de proyectos de bioenergía que se observan en el MDL son:

- Generación eléctrica autónoma o interconectada a la red con biomasa y sus residuos
- Uso de biomasa y sus residuos para la generación de calor en calderas industriales o para sustitución de combustibles fósiles en procesos industriales, como la manufactura de cemento.
- Introducción de sistemas de tratamiento de aguas residuales de procesos industriales
- Sistemas de tratamiento mecánico/térmico de desechos orgánicos, como el compostaje
- Introducción de programas de diseminación de biodigestores a nivel rural, comunitario o industrial
- Producción de biodiesel a partir de aceites comestibles quemados para ser usados como combustibles en aplicaciones estacionarias y transporte vehicular

10.5 ¿Cuál es la situación actual de los proyectos de bioenergía en el MDL?

La información sobre el estado de los proyectos en el MDL está disponible en Internet (cuadro 39). Las clasificaciones de los proyectos de bioenergía, realizadas en forma periódica por CD4CDM⁴⁸, consideran proyectos en agricultura, biogás y biomasa. El cuadro 40 muestra el estado de los proyectos de bioenergía en los portafolios del MDL a inicios de abril del 2007. Los proyectos de bioenergía en el MDL representan cerca del 36,5% del total de proyectos del MDL. Existe una importante experiencia real sobre el desarrollo de proyectos de bioenergía en el MDL, la cual se convierte en una fuente muy útil de información para desarrolladores de proyectos en este campo. El sitio Internet oficial del MDL (<http://cdm.unfccc.int>) contiene documentación de cada uno de los proyectos en

⁴⁸ CD4CDM es un proyecto de fortalecimiento de capacidades para el MDL, implementado por el Centro Riso de UNEP (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente).

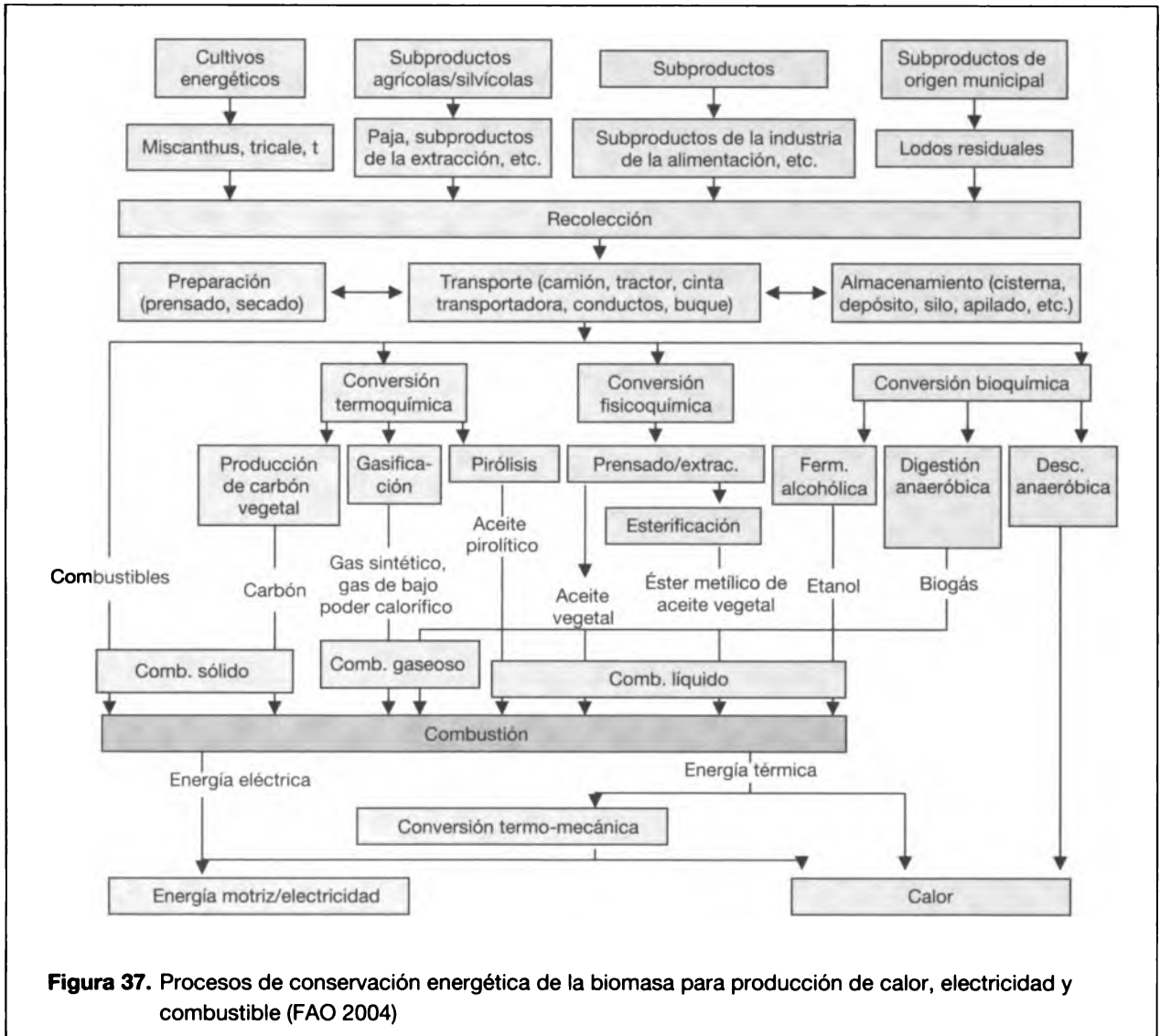


Figura 37. Procesos de conservación energética de la biomasa para producción de calor, electricidad y combustible (FAO 2004)

estos campos, tanto a nivel de documentos para el diseño de proyectos como a nivel de informes de validación (para aquellos proyectos que ya han sido registrados en el MDL).

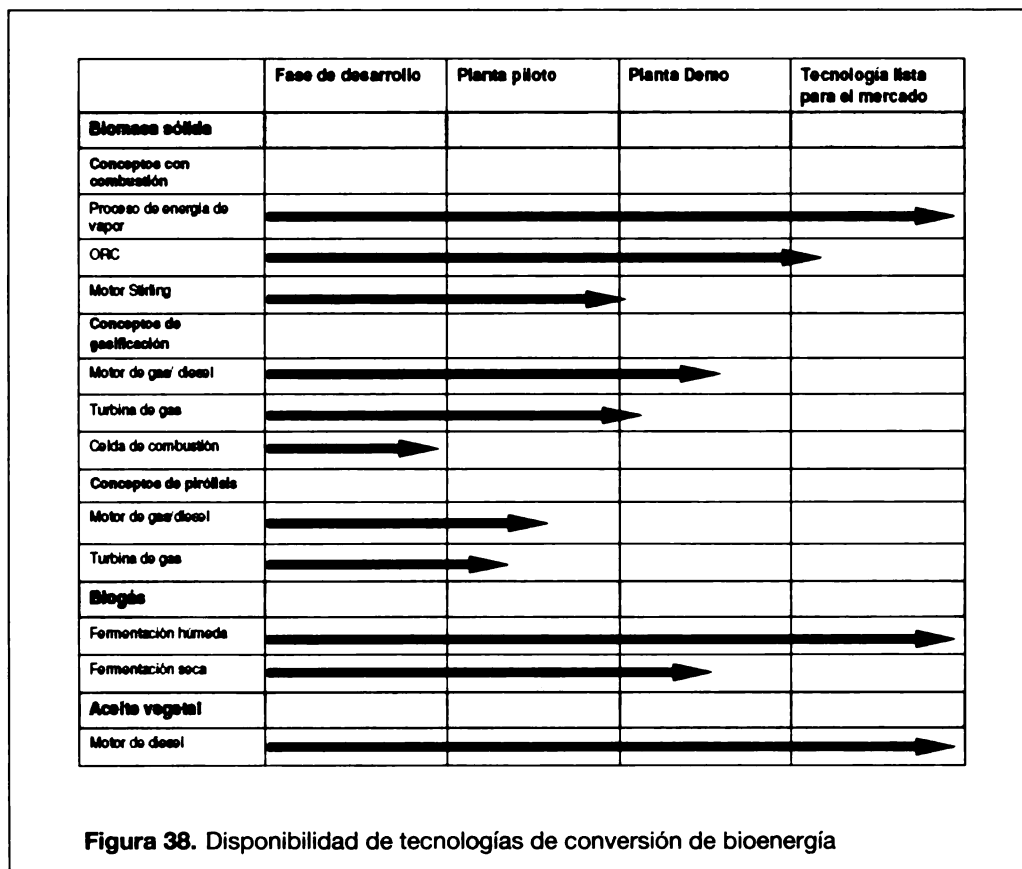
10.6 ¿Cómo determinar si un proyecto de bioenergía es de pequeña escala o de gran escala⁴⁹ para el MDL?

Las M&P del MDL establecen que en algunos aspectos del ciclo de desarrollo de proyectos se

da un tratamiento diferenciado para los proyectos de pequeña escala. Este tratamiento diferenciado incluye reducciones en los costos de transacción por pago de cuotas de inscripción en el MDL, previsiones de simplificación metodológica y de demostración de adicionalidad, y permiso para que la validación/verificación la realice la misma EOD.

En el caso de los proyectos de reducción de emisiones, se consideran como proyectos de pequeña escala las siguientes categorías:

⁴⁹ Escala normal, gran escala y escala completa se usan a menudo como sinónimos en el MDL.



Cuadro 39. Situación de los proyectos en el MDL a abril de 2007

Avance de proyectos en el MDL	Cantidad de proyectos
Proyectos en validación	1.074
Proyectos en proceso de registro	119
Proyectos registrados	590
Proyectos retirados	4
Proyectos rechazados	14

Fuente: www.cd4cdm.org

- a) Proyectos de energía renovable con capacidad máxima equivalente de hasta 15 MW.
- b) Proyectos de eficiencia energética que reduzcan el consumo, con capacidad máxima equivalente de hasta 15 GWh por año.

- c) Otras actividades de proyecto que reduzcan las emisiones antropogénicas por las fuentes y emitan menos de 15 kt CO₂e por año.

Como puede verse, en el caso de proyectos de generación eléctrica y de eficiencia energética, el límite de la clasificación de pequeña escala se define por la capacidad de los sistemas energéticos (límites de 15 MW o de 15 GWh/año). En los sistemas de cogeneración, en los cuales la potencia instalada de generación eléctrica está relacionada a la capacidad térmica de las calderas o convertidores energéticos de la biomasa, la pequeña escala depende de la capacidad de las calderas en 45 MW térmicos. En otros tipos de proyectos que reduzcan emisiones antropogénicas por fuentes que emitan emisiones se ha establecido que el límite es de 15 kton CO₂e por año; sin embargo, el desarrollador del proyecto debe revisar el límite específico asignado por la JD del MDL en cada metodología aplicable a la pequeña escala.

Cuadro 40. Situación de los proyectos de bioenergía en el MDL a abril de 2007

Tipo de proyecto	Validación		Registro		Total esperado		% total de proyectos* en el MDL
	# proyectos	CRE anuales	# proyectos	CRE anuales	# proyectos	CRE anuales	
Agricultura	89	1.310.000	78	4.262.000	168	5.593.000	9,4
Biogás	62	5.254.000	40	832.000	109	6.206.000	6,1
Biomasa	221	12.957.000	133	7.642.000	374	21.713.000	21,0

* Según portafolio actual

Determinación de escala para un proyecto de cogeneración con residuos de biomasa

Muchas veces un desarrollador de proyecto está interesado en determinar el potencial de generación eléctrica a partir de residuos de algún proceso agroindustrial, como el bagazo de caña de azúcar, cascarilla de arroz o alguna otra biomasa. Para un rango de tecnologías de cogeneración eléctrica a partir de biomasa, UNDP* afirma que se requiere entre 1 a 2 kg de biomasa seca para producir cada KWh; es decir, entre 6.500–13.000 toneladas de biomasa seca/año por cada MW de potencia instalada en una planta de generación eléctrica.

La fracción de residuos que se generan del procesamiento del producto agrícola depende del tipo de residuo empleado. Por ejemplo:

- La producción de caña de azúcar genera alrededor de 0,14 tonelada (ton) de bagazo (base seca)/ton de caña y se podrían recuperar entre 0,0375–0,075 ton de desechos de campo (base seca)/ton de caña, con lo cual se pueden generar entre 0,177–0,215 ton de residuos (base seca)/ton de caña.
- El café produce cerca de 4,5% de cascarilla de café.
- Una explotación de aserradero genera 40%–50% de residuos.
- Una planta de procesamiento de arroz produce cerca del 17,5% de cascarilla de arroz por unidad de arroz procesado.

Veamos un ejemplo: un desarrollador de proyecto está interesado en determinar la escala MDL de un proyecto que use los residuos del café para la generación eléctrica. Para ello cuenta con un beneficio que procesa anualmente 20.000 quintales** de café, lo que genera alrededor de 900 quintales de cascarilla (cerca de 40.723 kg). Usando el rango de requerimientos de material biomásico en tecnologías de generación, se podrían producir entre 20.361 y 40.723 KWh en una planta de generación eléctrica que use este residuo. Tomando en cuenta que el café es un cultivo estacional que se cosecha sobre la base de unos 120 días, esto significa que se podrían generar hasta 339,35 KWh por día de cosecha, si la planta operara durante 12 horas al día, con lo que la potencia instalada sería de 28 KW y, en consecuencia, el proyecto sería de pequeña escala MDL.

*UNDP. Bioenergy Primer: Modernized biomass energy for sustainable development. 2000. Disponible en www.undp.org.

**1 quintal representa 100 lb. de café, es decir 45,2 kg.

10.7 ¿Cuáles son las metodologías disponibles actualmente⁵⁰ en el MDL que se aplican a proyectos de bioenergía en pequeña escala y en escala normal?

Todo proyecto que se interese en el MDL debe seguir uno de estos procedimientos:

- a) Adoptar una metodología de línea base y monitoreo que haya sido aprobada por la JD del MDL y que sea aplicable al proyecto propuesto. Las metodologías aprobadas están disponibles en el sitio Internet del MDL: <http://cdm.unfccc.int/methodologies/index.html>.
- b) Proponer a la JD una nueva metodología que sea aplicable al proyecto en cuestión y obtener la aprobación de la misma.

Tomando en cuenta el tiempo y procedimientos involucrados en la aprobación de una nueva metodología (aproximadamente un año), muchos desarrolladores se deciden por alguna de las ya aprobadas. Para efectos de los proyectos en pequeña escala, hasta mayo del 2007 había 21 metodologías aprobadas, de las cuales nueve son aplicables a proyectos de bioenergía (cuadro 41). Para proyectos en gran escala, existen metodologías aprobadas hasta mayo del 2007 (cuadro 42).

Es conveniente aclarar que las metodologías AMS III.F, AMS III.I y AM0039 no necesariamente dan como resultado un proceso de conversión de bioenergía pero sí usan insumos de biomasa en su actividad de proyecto. Debemos recordar, también, que se debe consultar y actualizar el listado de metodologías aprobadas en el MDL, y asegurarse de usar siempre la versión aprobada más reciente.

Cuadro 41. Metodologías del MDL para proyectos de bioenergía en pequeña escala

Nomenclatura MDL	Nombre de la metodología	Descripción / Aplicabilidad
AMS-I.C.	Energía térmica para un usuario	Considera la energía derivada de biomasa renovable que se usa para calor de proceso o secado; incluye sistemas de cogeneración de energía térmica/ electricidad que usan biomasa.
AMS-I.D.	Energía renovable interconectada a una red	Considera sistemas combinados de calor/electricidad (cogeneración) que usan biomasa y que suministran o desplazan electricidad de una red eléctrica.
AMS-III.D.	Recuperación de metano en la agricultura o en actividades agroindustriales	Incluye la recuperación de metano proveniente de excretas y desechos de la agricultura y de actividades agroindustriales a través de a) Instalación de sistemas de recuperación y combustión de metano en una fuente de emisiones de metano. b) Cambios en la práctica de manejo del desecho o material biogénico para alcanzar una digestión anaeróbica controlada con la recuperación y combustión del metano.
AMS-III.E.	Reducción de la producción de metano provocada por la descomposición de la biomasa, mediante combustión controlada	Ofrece medidas para evitar la producción de metano de la biomasa u otros componentes de materia orgánica que: a) de otra manera se habrían descompuesto en condiciones claramente anaeróbicas, durante el periodo de acreditación del proyecto, en un sitio de eliminación de desechos sólidos sin recuperación de metano. b) ya está depositada en un sitio de eliminación de desechos sin recuperación de metano.
AMS-III.F.	Reducción de la producción de metano por descomposición de la biomasa, mediante compostaje	Ofrece medidas para evitar la producción de metano de la biomasa o materia orgánica que, de otra manera, se habría descompuesto en condiciones anaeróbicas en un sitio sin recuperación de metano. Con el proyecto, la materia se procesa mediante compostaje aeróbico y adecuada aplicación del compost al suelo. Esta categoría es aplicable a co-compostaje de aguas residuales y desechos de biomasa sólida, donde el agua residual hubiese sido tratada en sistemas anaeróbicos de tratamiento sin recuperación de metano.

⁵⁰ Septiembre de 2007.

Nomenclatura MDL	Nombre de la metodología	Descripción / Aplicabilidad
AMS-III.H.	Recuperación de metano en tratamiento de aguas residuales	Comprende medidas que recuperan metano de materia orgánica biogénica de aguas residuales a través de una de las siguientes opciones: a) Sustitución de sistemas aeróbicos con sistemas anaeróbicos b) Introducción de sistemas anaeróbicos de tratamiento de lodos en sistemas existentes sin tratamiento de lodos c) Introducción de recuperación de metano y combustión a un sistema existente de tratamiento de lodos d) Introducción de recuperación y combustión de metano a un sistema anaeróbico existente, como puede ser un reactor, laguna, tanque séptico, etc. e) Introducción de un sistema anaeróbico de recuperación y combustión de metano, con o sin tratamiento de lodos a una corriente de aguas residuales no tratadas f) Introducción de sistema secuencial de fases de tratamiento de aguas residuales con recuperación y combustión de metano con o sin tratamiento de lodos, a un sistema de tratamiento de aguas residuales que no tenga recuperación de metano
AMS-III.I.	Reducción de la producción de metano en tratamientos de aguas residuales, mediante el remplazo de lagunas anaeróbicas por sistemas aeróbicos	Incluye medidas que evitan la producción de metano de fuentes biogénicas en aguas residuales tratadas en lagunas anaeróbicas. Debido a la actividad de proyecto, las lagunas anaeróbicas (sin recuperación de metano) son sustituidas por sistemas aeróbicos. La actividad de proyecto no recupera ni quema metano en los sistemas de tratamiento de las aguas residuales.
AMS-III.J.	Reducción de la combustión de combustibles fósiles para producir dióxido de carbono usado como materia prima en procesos industriales	Incluye medidas para evitar la combustión de combustibles fósiles para la producción de CO ₂ a ser usado como ingrediente en procesos industriales, teniendo en cuenta que dicho CO ₂ será emitido a la atmósfera en algún momento. La sustitución se debe dar por la captura de CO ₂ generado a partir de una fuente de biomasa renovable.
AMS-III.K.	Reducción de fugas de metano en la producción de carbón vegetal debido al cambio de tecnologías de fosa por procesos mecanizados de carbonización	Se aplica a proyectos que evitan la fuga de metano de sistemas de producción de carbón vegetal en fosas, a través de la instalación de nuevos sistemas equipados para la captura y destrucción del metano producido en el proceso de carbonización.

10.8 ¿Cuáles son los componentes principales de una metodología de línea base en el MDL?

Toda metodología de línea base en el MDL contiene las siguientes secciones:

Sección I. Resumen y aplicabilidad de la metodología de línea base y monitoreo

Esta sección incluye el título, el enfoque de línea base usado, las condiciones de aplicabilidad y una descripción de los pasos metodológicos empleados. Algunas de las condiciones de aplicabilidad de las metodologías hasta ahora aprobadas se mencionan en cuadro 41 y cuadro 42.

Sección II. Descripción de la metodología de línea base

Esta sección define las fronteras de proyecto usadas en la determinación de las fuentes y tipos de gases de efecto invernadero considerados en la estimación de emisiones en el escenario de línea base, así como en la actividad de proyecto. También se definen los procedimientos de determinación del escenario de línea base y de adicionalidad, los procedimientos detallados de estimación de las emisiones de la línea base y del proyecto y las consideraciones de fugas que deberán tenerse en cuenta para el balance neto de reducción de emisiones. Un punto muy importante es que en esta sección se definen los datos y parámetros que deben usarse.

Cuadro 42. Metodologías del MDL para proyectos de bioenergía en gran escala

Nomenclatura MDL	Nombre de la metodología	Descripción / Aplicabilidad
AM007	Análisis de la opción de menor costo para plantas de cogeneración que operan estacionalmente con biomasa	<p>Aplicable a proyectos de mejoramiento y cambio de combustibles en plantas de cogeneración con las siguientes condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) acceso a biomasa que actualmente no tiene usos energéticos b) operación de equipamientos existentes usando otros combustibles fuera de temporada c) funcionamiento estacional
AM0013	Reducción de emisiones de metano en sistemas de tratamiento de aguas residuales orgánicas	<p>Aplicable a proyectos que evitan las emisiones de metano en plantas de tratamiento de aguas residuales orgánicas, en las cuales el sistema existente de tratamiento es una laguna abierta con condición anaeróbica activa caracterizada por</p> <ul style="list-style-type: none"> a) profundidad de al menos 1 m b) temperatura de la laguna mayor a 10°C c) tiempo de residencia de la materia orgánica al menos 30 días <p>Los lodos producidos durante la operación del proyecto no se almacenan en el sitio antes de la aplicación en suelos.</p>
AM0022	Reducción de emisiones en aguas residuales y generación eléctrica en sitio para el sector industrial	<p>Aplicable a proyectos que incorporan un sistema de tratamiento anaeróbico a sistemas industriales a partir de lagunas bajo las siguientes condiciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) existe un sistema de lagunas con aguas de alto contenido orgánico b) las aguas residuales contienen compuestos orgánicos sencillos (monosacáridos) c) se busca el mejoramiento de sistemas existentes (no de nuevas plantas) o aumentar la capacidad del sitio actual d) se puede demostrar que la línea base es el uso de lagunas de oxidación para tratamiento de aguas residuales e) profundidad de 1 m; temperatura de al menos 15°C f) biogás producido y recuperado es quemado en antorcha o en combustión para uso energético.
AM0025	Reducción de emisiones de desechos orgánicos a través de sistemas alternativos de tratamiento de desechos	<p>Aplica a la combinación de posibles opciones de tratamiento de desechos que de otra forma se hubiese depositado en un relleno sanitario; entre ellas:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) procesos de compostaje aeróbicos b) gasificación para producir gas sintético c) digestión anaeróbica con recuperación y quemado de gas d) procesos de tratamiento mecánicos/térmicos para producir combustibles derivados en los cuales el tratamiento térmico ocurre en condiciones controladas a no más de 300°C.
AM0027	Sustitución de CO ₂ de origen fósil o mineral por fuentes renovables en la producción de compuestos inorgánicos	<p>Aplicable en general a la producción industrial de compuestos en los cuales CO₂ de origen fósil o mineral se usa como materia prima y en los cuales fuentes renovables de CO₂ están disponibles como sustitutos.</p>
AM0036	Cambio de combustibles fósiles por residuos de biomasa en calderas para generación de calor de proceso	<p>Aplica a una serie de opciones de proyectos de cambio de combustibles en calderas cuyo uso energético es la generación de calor de proceso. Aplicable en casos específicos de "retrofit", remplazo, instalación de nuevas calderas, o combinación de las anteriores opciones de proyecto.</p>
AM0039	Reducción de emisiones de metano de aguas residuales orgánicas y desechos sólidos bioorgánicos usando co-compostaje	<p>Aplicable a proyectos que evitan emisiones de metano como resultado de:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) la degradación de aguas residuales orgánicas en lagunas abiertas o tanques de almacenamiento b) la descomposición de desechos bioorgánicos en rellenos sanitarios

Nomenclatura MDL	Nombre de la metodología	Descripción / Aplicabilidad
AM0041	Mitigación de las emisiones de metano en la actividad de carbonización de madera para la producción de carbón vegetal	Reducción de emisiones mediante la adopción de tecnologías y procesos de diseño mejorado y operación de plantas de carbonización que evitan o disminuyen la producción de metano en el proceso de carbonización.
AM0042	Generación de electricidad a ser interconectada usando biomasa de plantaciones nuevas y dedicadas a este fin	Actividad de proyecto que involucra la instalación de una nueva planta eléctrica conectada a la red eléctrica que usa mayoritariamente biomasa renovable de una plantación dedicada a este propósito (combustibles fósiles u otras biomasa pueden ser co-combustionadas).
AM0047	Producción de biodiesel basado en aceite de cocina usado para uso como combustible	Aplicable a proyectos que reducen emisiones a través de la producción, venta y consumo de mezclas de diesel con biodiesel que va a ser usado como combustible, en las cuales el biodiesel se basa en aceite de cocción de desecho.
ACM0003	Reducción de emisiones por la sustitución parcial de combustibles fósiles por combustibles alternativos en la manufactura de cemento	Los combustibles fósiles usados en la producción de cemento son reemplazados parcialmente por los siguientes tipos de combustibles alternativos: a) desechos originados de combustibles fósiles como llantas, plásticos, textiles de polímeros y hules b) residuos de biomasa que, en ausencia del proyecto, se botarían o se descompondrían en forma no controlada.
ACM0006	Metodología consolidada para generación de electricidad en redes interconectadas a partir de residuos de biomasa	Aplica a distintos tipos de proyectos para generación de electricidad con residuos de biomasa. Presenta cerca de 15 escenarios de posibles proyectos clasificados por posibles combinaciones de escenarios según calor de proceso, generación eléctrica y manejo de los residuos en la línea base del proyecto.
ACM0010	Metodología consolidada de reducción de gases de efecto invernadero en sistemas de manejo de excretas	Aplicable al manejo de excretas animales en fincas en donde los sistemas existentes de tratamiento anaeróbicos son reemplazados por una combinación de sistemas de manejo de desechos animales con menores emisiones. Los animales en finca son manejados bajo condiciones confinadas. Las excretas no se eliminan en vías acuáticas (ríos, canales, etc.).

Sección III. Descripción de la metodología de monitoreo

Esta sección presenta todos los procedimientos de monitoreo, así como los datos y parámetros necesarios para el monitoreo del proyecto.

Sección IV. Referencias y otras fuentes de información relevantes

Esta sección ofrece referencias bibliográficas y fuentes de información relevantes para la aplicación de la metodología.

10.9 ¿Cuáles son los cálculos más importantes en la aplicación de una metodología de línea base?

La línea base es el escenario que representa las emisiones antropogénicas por fuentes de GEI que ocurrirían, razonablemente, en ausencia de la actividad de proyecto propuesta. La selección clara y justificada del escenario de línea base es fundamental para medir la reducción esperada de emisiones en un proyecto de MDL. Cada metodología define la línea base que debe emplearse en la formulación del proyecto y la forma de medir la reducción esperada de emisiones en términos de fuentes y tipos de GEI de dicha base.

A partir de ahí, la secuencia de estimación incluye el cálculo de emisiones de GEI que ocurren debido a la operación del proyecto dentro de sus fronteras, las que también se definen en cada metodología. En forma análoga, la definición de las fronteras de proyecto, para efectos del MDL, se hace junto con la determinación de las fuentes y tipos de GEI asociadas al proyecto. El último rubro conceptual relacionado con estimaciones de GEI tiene que ver con las denominadas fugas de GEI. Estas fugas son representadas por cualquier tipo de fuente y de GEI cuya ocurrencia fuera de las fronteras de proyecto se deba a la existencia del proyecto en sí.

Las emisiones de la línea base deben calcularse por fuentes y tipos⁵¹ de GEI relevantes según la metodología específica aplicable a cada situación de proyecto. Ver un ejemplo en el recuadro en la página 167.

10.10 ¿Cuáles son algunos tipos representativos de estimaciones que deben realizarse en proyectos de bioenergía?

Existe gran diversidad de ecuaciones para calcular las emisiones por fuentes y tipos de GEI en proyectos de bioenergía debido a la amplia gama de procesos y tecnologías involucradas en este tipo de proyectos. La mejor guía es seguir las especificaciones brindadas por la metodología de línea base y monitoreo que usa el proyecto específico en consideración.

Algunos tipos de emisiones pueden ser:

- Emisiones de dióxido de carbono debidas a la combustión de combustibles fósiles para el transporte de biomasa a una planta
- Emisiones de dióxido de carbono debidas a la combustión de combustibles fósiles en el sitio de un proyecto
- Emisiones de metano debidas a combustión de biomasa

- Emisiones reducidas debido a desplazamiento de electricidad
- Emisiones debidas a desplazamiento de calor de proceso
- Emisiones debidas a la descomposición o quema no controlada de fuentes de biomasa
- Emisiones de CO₂ debidas a combustión de combustibles en una planta de cogeneración eléctrica
- Emisiones de CO₂ debidas al consumo de combustibles fósiles en operaciones agrícolas
- Emisiones de GEI debidas a la producción de fertilizantes usados en plantaciones de la biomasa usada en un proyecto
- Emisiones de óxidos nitrosos debidas a la aplicación de fertilizantes.
- Emisiones debidas a la quema controlada de biomasa en el campo
- Emisiones debidas al cultivo de biomasa renovable usada en plantaciones cuyos productos serán usados en proyectos de bioenergía

10.11 ¿Cómo se manejan las emisiones GEI de redes eléctricas en el caso de que un proyecto de bioenergía vaya a integrar su generación a la red eléctrica nacional?

En el caso de que un proyecto de bioenergía sustituya la energía eléctrica que en la línea base hubiese sido generada por una planta de generación específica (en caso de una aplicación cautiva), o bien sustituya la energía de una red local o de una red eléctrica interconectada (como la de un país), la guía de decisión metodológica indica que:

- a) Si la potencia instalada es menor o igual a 15 MW, se debe seguir el procedimiento de estimación especificado en la metodología AMS I.D. de estimación de reducciones de emisiones en pequeña escala. Tal procedimiento se describe en http://cdm.unfccc.int/UserManagement/FileStorage/CDMWF_AM_SF2SIJB6UANOO4Z7KM1WH9YEEKK94.

⁵¹ Los GEI de consideración en los proyectos de bioenergía son generalmente el dióxido de carbono, el metano, los óxidos nitrosos, aún cuando existen otros gases considerados en el Protocolo de Kioto (asociados con procesos industriales como son los halofluorocarbonados, etc.).

Fuentes y tipos de GEI en un proyecto de generación eléctrica que usa plantaciones de biomasa

A manera de ejemplo se presentan en este recuadro las fuentes y tipos de gases de efecto invernadero consideradas en la metodología AM0042 para la generación eléctrica a partir de biomasa proveniente de plantaciones, e interconectada con una red eléctrica. Por lo general, la información para determinar la situación de línea base, así como las emisiones debidas al proyecto, se presenta en forma tabular (cuadro 43).

En el caso de AM0042, para la situación de línea base se considera solamente la fuente de emisiones debidas a la generación de electricidad de una red eléctrica, que son en general la ponderación de las tendencias de emisiones de la red, tanto al nivel operativo como el de adición de capacidades, para lo cual la JD del MDL ha dado guías especiales sobre su estimación. Dicha información se analizará en una pregunta posterior.

A nivel del proyecto se consideran emisiones debidas a consumo de combustible fósil en el sitio de la planta, combustión de biomasa para electricidad y calor de proceso, combustión de combustibles fósiles fuera de la planta para transporte de biomasa, consumo de energía eléctrica en la planta, consumo de combustibles fósiles en operaciones agrícolas, producción de fertilizantes, aplicación de fertilizantes y quema a cielo abierto de biomasa.

En el caso de AM0042, no existe provisión metodológica de consideración de fugas pero se debe recordar que cada metodología define esta consideración y, por tanto, este asunto debe ser clarificado con la lectura cuidadosa de cada metodología (cuadro 41).

Por tanto, el proceso de estimaciones conlleva:

- a) La determinación de la escala MDL de la actividad de proyecto ante el MDL.
- b) La selección y justificación de aplicabilidad de la metodología seleccionada.
- c) La descripción de las ecuaciones/algoritmos a ser usados para determinar las emisiones por fuentes y tipos de GEI relevantes a la línea base. Consecución y tabulación de la información necesaria para la aplicación de las ecuaciones y procedimientos de cálculo.
- d) La descripción de las ecuaciones/algoritmos a ser usados para determinar las emisiones por fuentes y tipos de GEI relevantes a la actividad de proyecto. Consecución y tabulación de la información necesaria para la aplicación de las ecuaciones y procedimientos de cálculo.
- e) La descripción de las ecuaciones/procedimientos a ser usados para determinar las fugas asociadas con la actividad de proyecto.
- f) La estimación de reducciones esperadas de GEI en la actividad de proyecto. La reducción neta de emisiones de GEI es el resultado numérico para cada año de acreditación de: *Reducción neta de emisiones = Emisiones de línea base—Emisiones de actividad de proyecto—Emisiones debidas a fugas*
- g) La generación de una tabla de presentación de todos los rubros de la ecuación anterior considerando los años del periodo de acreditación seleccionado para la inscripción del proyecto en el MDL.

Cuadro 43. Información requerida en un proyecto de generación eléctrica que usa plantaciones de biomasa

Fuente		GEI	¿Se incluye?	Justificación
Línea base	Generación eléctrica de la red	CO ₂	Sí	
		CH ₄	No	Excluida por simplificación; estimado conservador
		N ₂ O	No	Excluida por simplificación; estimado conservado
		CO ₂	Sí	
	Consumo de combustible fósil en sitio	CH ₄	No	Excluida por simplificación; estimado despreciable
		N ₂ O	No	Excluida por simplificación; estimado despreciable
		CO ₂	No	Emisiones de CO ₂ de excedentes de biomasa no conllevan cambios en inventarios de carbono
	Combustión de biomasa para electricidad y calor de proceso	CH ₄	Sí	
		N ₂ O	No	Excluida por simplificación; estimado despreciable
		CO ₂	Sí	
	Combustión de combustibles fósiles fuera de la planta para transporte de biomasa	CH ₄	No	Excluida por simplificación; estimado despreciable
		N ₂ O	No	Excluida por simplificación; estimado despreciable
Actividad de proyecto		CO ₂	Sí	
	Consumo de energía eléctrica en la planta	CH ₄	No	Excluida por simplificación; estimado despreciable
		N ₂ O	No	Excluida por simplificación; estimado despreciable
		CO ₂	Sí	
	Consumo de combustibles fósiles en operaciones agrícolas	CH ₄	No	Excluida por simplificación; estimado despreciable
		N ₂ O	No	Excluida por simplificación; estimado despreciable
		CO ₂	Sí	
	Producción de fertilizantes	CH ₄	Sí	
		N ₂ O	Sí	
	Aplicación de fertilizantes	N ₂ O	Sí	
	Quema a cielo abierto de biomasa	CO ₂	No	Emisiones de CO ₂ de la quema de biomasa no conllevan cambios en inventarios de carbono
		CH ₄	Sí	
		N ₂ O	Sí	

- b) Si la potencia instalada es mayor a 15 MW, se debe usar el procedimiento de cálculo de los factores de emisiones de una red interconectada especificado en la Metodología ACM0002. Tal procedimiento se describe en http://cdm.unfccc.int/UserManagement/FileStorage/CDMWF_AM_BW759ID58ST5YEEV6WUCN5744MN763.

10.12 ¿Con qué fuentes de información cuenta el desarrollador del proyecto para determinar los valores de las distintas variables usadas en la estimación del GEI en proyectos de bioenergía?

La información relevante de cada dato y parámetro debe incluirse en el DDP; para ello existe un formato específico que forma parte de los formularios de DDP. Las siguientes son los principales conceptos que tal formulario contempla y sus respectivas definiciones:

Dato/Parámetro: define la variable en consideración; debe adecuarse a la nomenclatura específica de cada metodología para dicha variable.

Unidad del dato: se refiere a la unidad empleada—por ejemplo, t CO₂/km—para identificar emisiones de dióxido de carbono asociadas con el transporte de biomasa.

Descripción: define la variable.

Fuente del dato usado: depende de si es un factor por defecto, dato nacional o dato particular; debe citarse con la referencia correspondiente.

Valor aplicado: valor concreto del parámetro.

Justificación del uso: debe justificarse la decisión y selección del dato, o descripción de los métodos de medición, o los procedimientos empleados.

Comentarios: observaciones de interés.

La información de referencia de los datos que se usen para estimaciones en proyectos de bioenergía se refiere, en general, a los siguientes tipos de datos:

Información sobre combustibles fósiles y sus emisiones

La información necesaria se encuentra disponible en el sitio Internet del IPCC (www.ipcc.ch) y en la publicación *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, en el volumen referido a Energía. Los factores del IPCC se consideran como los “factores por defecto”, y pueden ser usados en ausencia de datos nacionales aprobados. La información del IPCC cubre variables necesarias, como:

- definición de combustibles
- factores de conversión de unidades de energía
- poder calorífico neto de combustibles fósiles (TJ/1000 t)
- factores de emisión de carbono (t C/TJ)
- factores de emisión de otros GEI asociados con la combustión de combustibles fósiles, como el metano y los óxidos nitrosos
- factores de emisión especificados para fuentes estacionarias y fuentes móviles

Los valores del IPCC vienen dados originalmente por tonelada de carbono. Por lo general, el desarrollador del proyecto conoce su consumo de combustibles fósiles en forma volumétrica; en consecuencia, es necesario determinar la densidad de los distintos derivados del petróleo. La densidad de los combustibles depende de las características de las refinerías de petróleo, así como de los tipos del crudo petrolero que se usa en cada lugar (cuadro 44).

Cuadro 44. Guía comparativa de las densidades expresadas en rangos

Combustible	Densidad (kg/m ³)
Petróleo	790–973
Diesel	820–950
Gasolina	710–750
Fuel oil	890
Kerosén	817

Información sobre biomasa y sus emisiones

El IPCC ofrece también factores por defecto para las emisiones de GEI causados por la combustión de la biomasa. Existe una amplia diversidad de información relativa a la biomasa y sus propiedades, tales como densidad, poder calórico, etc. En el mejor de los casos, el desarrollador del proyecto deberá usar información específica sobre residuos propios o residuos meta a ser usados en un proyecto. Si no es posible conseguir esta información, entonces se puede hacer uso de la información dada por IPCC.

La combustión de cualquier biomasa es carbono neutral, según el IPCC, por cuanto el ciclo de crecimiento (fijación/combustión) es neutral desde el punto de vista del CO₂. Por lo tanto, cualquier análisis de GEI en este tipo de combustión sólo considera el componente de metano en los gases de combustión de la biomasa. Algunas bases de información sobre propiedades de la biomasa están disponibles en

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación: www.fao.org
 Laboratorio de Energías Renovables de los Estados Unidos: www.nrel.org
 Red de Usuarios de Biomasa: www.bioenergywiki.net
 Panel Intergubernamental de Cambio Climático: www.ipcc.ch

10.13 ¿Dónde se puede conseguir información sobre experiencias de documentos de desarrollo de proyecto de bioenergía en el MDL y cuál es la documentación oficial que debe usarse para desarrollar un DDP en el MDL?

El sitio Internet del MDL (<http://cdm.unfccc.int>), el link de **Project Activities**, contiene la información de todos los DDP y documentos de validación de proyectos que están inscritos en el MDL o en proceso de validación. Esta biblioteca virtual es un gran apoyo para desarrolladores de proyectos interesados en conocer experiencias similares relevantes sobre formulación y estimación de proyectos de bioenergía en el contexto del MDL.

Los formatos de DDP para el MDL están disponibles en el sitio Internet del MDL bajo el link de **Referente**. Allí se pueden encontrar los formularios en versión Word para proyectos de pequeña escala o de gran escala. Es conveniente recordar que toda la documentación a ser sometida para registro de un proyecto MDL debe estar en inglés.

10.14 ¿Cuáles son los errores más frecuentes en el manejo de información para estimaciones de GEI en proyectos de bioenergía?

1. **Descripción insuficiente de la tecnología:** muchos DDP no dan una descripción adecuada de la tecnología, con lo cual resulta difícil identificar los componentes de equipamientos o diagramas de flujos de los residuos biomásicos empleados. Un caso clásico es el tratamiento de aguas residuales orgánicas que generalmente consta de varias etapas; si el proceso no se describe en detalle, los entes validadores del proyecto se verán obligados a solicitar aclaraciones.
2. **Inadecuada descripción de los usos de la tierra y de los efectos de proyectos MDL de bioenergía en inventarios de carbono:** en aplicaciones de proyectos de bioenergía que involucran la siembra o cambio en uso de la tierra, muchas veces los DDP no ofrecen información que permita identificar claramente la existencia de fugas de proyecto o emisiones debidas a la remoción de dichos inventarios de carbono en biomasa existente. Esto ocurre porque el desarrollador del proyecto de bioenergía se concentra en los componentes tecnológicos de su proyecto y no es sino hasta ya avanzada la formulación del proyecto que un validador le solicita esa información. Debe prestarse atención a este aspecto desde las etapas iniciales de formulación del MDL.
3. **Identificación inadecuada de usuarios cautelosos de la biomasa:** en general, el desarrollador del proyecto considera que la existencia de residuos de la biomasa es suficiente para desarrollar su proyecto; en consecuencia, hace evaluaciones para determinar si en la zona de influencia

de su proyecto existe suficiente biomasa. Es necesario identificar el comportamiento y disponibilidad de biomasa proveniente de otros usuarios que podrían revertir a usos energéticos fósiles en caso de que la biomasa no sea suficiente para sostener a todos los usuarios. Esto conlleva a la necesidad de que desde el inicio de un proyecto se identifique la base social y de disponibilidad de residuos para estas actividades.

- 4. Falta de evidencia sobre la aplicabilidad de una línea base:** en algunas situaciones de proyecto, por ejemplo en el tratamiento de aguas residuales, se considera que la laguna de oxidación es la línea base y, a partir de tal supuesto, se determina, escoge y aplican las metodologías pertinentes. Se debe recordar que cuando la metodología defina el escenario, debe ofrecerse evidencia de apoyo clara que sustente la validez de dicha línea base. Por ejemplo, en un país en el cual ninguna destilería

ha empleado lagunas de oxidación como sistema de tratamiento de sus aguas residuales, habrá problemas si se supone de hecho que la línea base es una laguna de oxidación.

- 5. Débil apoyo técnico a la información técnica del DDP:** es necesario presentar y referenciar la información técnica de apoyo a las características de la biomasa empleada en un proyecto, así como justificar las condiciones de aplicabilidad de la información por defecto que se utilice, sea esta de nivel nacional o internacional.
- 6. Aplicación incorrecta de fórmulas de estimación o existencia de desviaciones no aceptadas de interpretación de parámetros:** este es un tema muy común en condiciones locales de estimación donde el DDP contiene desviaciones. Un ejemplo es la determinación de la base de cálculo de la demanda química de oxígeno de las aguas residuales a partir de los procedimientos estandarizados.

11 Diccionario comentado de términos forestales útiles para el diseño de proyectos MDL Español–Inglés

Álvaro Vallejo
2007

El documento de proyecto (DDP) debe presentarse ante la JD del MDL en idioma inglés. Ésto a menudo es una barrera para los desarrolladores de proyectos forestales de América Latina. Este diccionario pretende ayudarlos en la escritura de dicho documento. Presenta la traducción al inglés de palabras relacionadas con el establecimiento y aprovechamiento de plantaciones forestales, así

como también algunos términos relacionados con el MDL del Protocolo de Kioto y la CMNUC.

El autor no asume ninguna responsabilidad por el uso de las palabras contenidas en este diccionario.

Permitida su reproducción total o parcial.

		Definición (tesis, oficial, corporativa) o del contexto del proyecto
A		
a la orilla del camino	at roadside	
a mano	by hand	
abarquillado	lumber cupping	
abastecimiento de madera	wood procurement	
abedul	birch	
abeja	bee	
abejorro	bumblebee	
abeto	fir, spruce	
abeto Douglas	Douglas fir	
abono	fertilizer	
abrazadera, mordaza paralela	wood clamp	
acabado de madera	wood finish	
acahual (Méx.)	high brush or scrub forest	
ácaro	mite	
acebolladura (Méx.)	ringshake	
acequia	gully, small drainage	
achatadura de fuste (CR)	noncircular bole	
acículas	needles	
acidez	acidity	
ácido indol–butírico (AIB)	indole–buteric acid (IBA)	
ácidos grasos del pulpeo	tall oil (pulping extract)	
aclarar	clear (clarify), thin	
aclareo	thinning	
acodo	air layering	
acoplado (Arg.)	trailer	
acordonar, apilar residuos (CR)	pile residue	
ACPM (Col.), gasoil (Ven.)	diesel fuel	
acre	acre (0,40 ha)	
actinomicetos	actinomycetes	
actividad	activity	Conjunto de operaciones o tareas propias de una persona o entidad (RAE)
Acuerdos de Marruecos	Marrakech Agreement	Acuerdos mediante los cuales se desarrollaron las modalidades y procedimientos para implementar el MDL forestal

Español	Inglés	
adicionalidad	additionality	Requisito requerido para la aprobación de proyectos MDL que consiste en demostrar que un proyecto determinado no sería factible sin el MDL. Es decir, los proyectos susceptibles de recibir certificados en el marco del MDL son adicionales a los que se hubieran desarrollado sin este marco.
áfido	aphid	
afilado, sala de	filing room	
afilar	file (to), sharpen	
AFOLU	AFOLU	Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra
agalla (en el árbol)	gall	
agente de forzamiento radiativo		Cualquier factor capaz de perturbar el balance terrestre entre la energía de onda corta entrante al sistema atmosférico y la emitida en forma de ondas largas
agricultor	farmer/agriculturist	
agroforestería	agroforestry	
agronomía	agriculture	
agropecuaria	agriculture (& animal husbandry)	
agua	water	
agua subterránea	ground water	
aguacero	storm, rainstorm	
águila	eagle	
aguja	needle	
ahorro de certificados	banking	Mecanismo que permite guardar los certificados de reducción de emisiones obtenidos en un determinado período de cumplimiento del Protocolo de Kioto para ser vendidos en un período futuro
AIB	IBA	Ácido indol-butírico
AIC	Joint Implementation	Actividades implementadas conjuntamente que se llevaron a cabo durante la fase de preparación al PK.
aire caliente	hot air	Reducción de emisiones asignadas a Rusia, que podría resultar en un comportamiento monopólico de este país en el mercado del carbono
aislamiento	isolation	
al azar	random	
al borde del camino	at roadside	
alabeos	lumber deformations	
alacrán	scorpion	
álamo	poplar, aspen	
álamo triploide	triploid aspen	

albura	sapwood	
alcalino	alkaline	
alce	moose	
alelo	allele	
alerce	larch	
alerta contra incendios	fire alert	
aletón, base del árbol	buttress, base of tree	
alicates	pliers	
aliso	alder	
alma (centro) del contraenchapado	plywood center (core)	
almácigo (Arg.) (vivero)	bed (nursery)	
almacenamiento de carbono	carbon storage	
aluvión	alluvium	
ambiente	environment	
amonio, amónico	ammonium	
amortiguar	buffer (to)	
análisis de suelo	soil analysis	
análisis de varianza	analysis of variance	
ancho de tablas	width, board	
anemómetro	anemometer	
angiosperma	angiosperm	
ángulo fibril	fibril angle	
anillar	girdle (to)	
anillos de crecimiento	annual rings	
aniones	anions	
anta	elk	
antecedentes genéticos	genetic background	
antílope	antelope	
antorcha (incendios)	drip torch	
antorcha montada en helicóptero	helitorch	
ANVA (análisis de varianza)	ANOVA (analysis of variance)	
aparear	mate, to	
apeo (Col., CR)	felling	

Español		Inglés o del campo
ápice		top
apilar en trincheras ó fajas		windrowing
aprovechamiento		logging
aprovechamiento con cable aéreo		cable logging
arado		plow
arar		plow (to)
árbol de navidad		Christmas tree
árbol de pan		breadfruit tree
árbol hueco		hollow tree
árbol mástil		mast tree
árbol padre		mother tree, seed tree
árbol plus, árbol superior		plus tree
árbol portagranos (Méx.)		seed tree
árbol semillero		seed tree
arboleda		grove
arboretum, arboreto		arboretum
arboricultivo		tree breeding
arboricultor		tree breeder
arbusto		shrub, bush
arce		maple
arcilla		clay
arco de arrastre		logging arch
ardilla		squirrel
área basal		basal area
arena		sand
arena francosa		loamy sand
armadillo		armadillo
arqueadura		wood warp in arch
arrastrar		drag, skid (logging)
arrastre		skidding
arroba (@)		at
arroyo		stream
ascendiendo		ascending
ascomiceto		ascomycete

Español	Inglés	Definición (laxa, en el contexto del MDL o del cambio climático)
asensor mecánico de naves	mechanical lift for ships	
aserradero	sawmill	
aserrador (insecto)	twig girdler (insect)	
aserrín	sawdust	
aserrín, silo de	sawdust hopper	
astilla	chip, splinter	
astilladora	chipper	
astilladora basta	hog (wood)	
atornillado	screwed	
aumentar	increase (to)	
autofecundación	inbreeding	
autopolinización	selfing, self-pollination	
autor principal	senior author	
auxina	auxin	
avalúo	appraisal	
avispa	wasp	
azada	hoedad, hoe (Arg.)	
azadón	hoe	

B

baba (Ven.), babilla (Col.)	alligator	
bachaco (Ven.)	leaf-cutter ants	
bahareque	adobe	
balancín (Arg.)	scale (for weighing)	
balanza, pesa	scale (for weighing)	
bancal	nursery bed, seedbed	
banco de clones	clone bank	
baño antimancha	preservative dip	
baqueano	forest worker	
barbecho (CA)	secondary forest	
barlovento	windward, upwind	
barrenador (insecto)	borer	
barrenador de tallo	shoot borer	
barreno	auger	

Español	Inglés	
barreno Pressler	increment borer	
barrera rompeviento	windbreak	
basa (madera aserrada) (Ven.)	sawn wood	
báscula	scales for weighing	
batea (Ven.)	semitrailer	
batifuego	fire swatter	
bejuco	rattan, large vine	
berbiquí y broca	brace and bit	
bestia	pack horse, pack animal	
bifurcación	fork (tree)	
biodiversidad	biodiversity	
biomasa aérea	aboveground biomass	Masa seca total de las plantas de una comunidad sin incluir la hojarasca caída, la materia orgánica en descomposición, ni las raíces
biomasa del fuste	stem biomass	Masa seca total del fuste o tronco principal de un árbol o arbusto, sin incluir las ramas
biomasa subterránea	below-ground biomass	Masa seca total de las raíces de plantas. Usualmente incluye todas las plantas del ecosistema (árboles, lianas, vegetación menor).
biomasa total	total biomass	Masa seca total de una planta o un conjunto de plantas. No incluye la hojarasca ni la materia orgánica en descomposición.
biosfera	biosphere	
bloques al azar	random blocks	
bomba de espalda	backpack pump	
bombero forestal	firefighter	
bombero paracaidista	smoke jumper	
boro	boron	
bosque	forest, woods	
bosque alpino	alpine forest	
bosque de altura (CR)	upland forest	
bosque de bajura (CR)	lowland forest	
bosque húmedo tropical	tropical rain forest	
bosque húmedo-seco	wet-dry forest, monsoon forest	
bosque implantado (Arg.)	plantation	
bosque pluvial	pluvial rain forest	

bosque primario, bosque virgen	primary forest, virgin forest	
bosque secundario	secondary forest, second-growth forest	
bosque xerofítico	dry forest, xerophytic forest	
botas	boots	
botiquín de primeros auxilios	first aid kit	
brea	tar	
brigada contra incendios	fire brigade	
brinjal	seedling plantation, thicket	
brote	shoot	
brújula	compass	
bruma	haze, smog	
buey	ox	
búfalo	buffalo	
búho	owl	

C

caballo	horse	
caballón (Col.)	bed (site preparation)	
cable aéreo	aerial cable	
cable de arrastre	highlead cable logging	
cabo (herramienta)	handle (tool)	
cachicamo (Ven.)	armadillo	
cadena	chain	
cadena de clasificación	green chain	
caducifolia	deciduous	
caimán	caiman, crocodile	
caja	box	
caja corrugada	corrugated box	
caja plegable	folding box	
cajete (Méx.)	clear (for planting)	
cajetear (Méx.)	to clear	
calentamiento global	global warming	

calicata (Méx.)	soil pit	
calidad de sitio	site quality	
calificación de madera	lumber grading	
calificación por resistencia	stress grading	
calificar	grade (to score)	
calofonia	resin (tree fatty acids)	
cámara de secado	dry kiln	
camellonador (Col.)	bedder, bedding harrow	
camino de arrastre	skid trail	
camino forestal	forest road	
camión	truck	
camión articulado (Méx.)	tractor-trailer truck	
camión bombero	firetruck	
camión de doble eje (N)	tandem truck	
camionero	truck driver	
camioneta	pickup truck	
campesino	peasant, farmworker	
canales resiníferos	resin canals	
cancro	canker	
candela	fire, blaze	
canteadora	skrag mill	
canteros de vivero (Arg.)	nursery beds	
cantidad asignada	assigned amount	Cantidad de derechos de emisiones de CO ₂ asignada a cada uno de los países del Anexo B
caoba	mahogany	
caoba filipina	Philippine mahogany	
capataz	foreman, field supervisor	
capín melao (Ven.)	molasses grass	
captura de carbono	carbon sequestration	Proceso mediante el cual el carbono atmosférico es almacenado en otros elementos de la biosfera (vegetación, rocas, suelo, animales, etc.)
capuera (Arg.)	second growth, natural regeneration	
capullo	bud	
cara defectuosa en el fuste	catface	
carbón mineral	coal	

carbón vegetal	charcoal	
cárcava	gully, erosion	
carga	load	
carga a larga distancia	long haul	
carga en bulto	bulk shipment	
carga marítima	seaborne	
cargador	loader	
caribe (Ven.), piraña	piranha	
carpida con azada (Arg.)	clear with hoe	
carpido (Arg.)	weeding with hoe	
carpintería	carpentry shop, carpenter's shop	
carpófora	mushroom/toadstool	
carro bombero	firetruck	
cartón	cardboard, paperboard	
casa de madera	frame house	
casa prefabricada de madera	prefabricated wooden house	
cascabel	rattlesnake	
cáscara (fruta)	peel, hull (fruit)	
casco de seguridad	hardhat	
cationes	cations	
caucho	rubber, rubber tree, banyan	
caucho (Ven.)	tire	
caudal	stream flow	
CDE (Comercio de Derechos de Emisión)	emissions trading	Comercio de Derechos de Emisiones. Uno de los mecanismo de flexibilidad del Protocolo de Kioto que permite la compra y venta de derechos de emisiones entre los países del Anexo B.
cebo	bait	
cedro	cedar, Spanish cedar	
célula del parénquima	parenchyma cell	
celulosa	cellulose	
ceniza	ash (from burning)	
ceniza volcánica	volcanic ash	
centella, rayo	flash, lightning	
cepa	strain, line (plant)	

Español	Inglés	Comentarios
cepa criolla, cepa geográfica	local stock	
cepillada (madera)	dressed lumber	
cepilladora	planer	
cepilladora de espesor	wood planer machine	
cepillar (madera)	plane (wood)	
cercha	roof truss	
cerezo	cherry tree	
certificación	certification	Proceso mediante el cual una entidad externa a un proyecto MDL, designada por la JD, certifica que las emisiones se están reduciendo ó removiendo
cespedón (con plántula)	containerized seedling	
CFC	CFC	Gases clorofluorocarbonados
CGF (Captura de Gases Fugados)	Fugitive Emissions	Captura de gases fugados. Alternativa aceptada en el MDL para la reducción de las emisiones de GEI.
CH ₄	Methane	Metano
champiñón	mushroom	
chamuscado de follaje	crown scorch	
chancrosis, chancro	canker	
chapa desenrollada	veneer (rotary)	
chapa rebanada	veneer (sliced)	
chapa, enchapado	veneer, veneered	
chapaleta (Ven.)	fire swatter	
chaparro	chaparral	
chapea (CR), limpieza con machete	brush clearing by machete	
chapilla	veneer (sliced)	
chapulín (CR)	wheel tractor, small	
charral (CR), rastrojo bajo	low brush	
chinche	stinkbug, chinch bug	
chipera (Arg.)	chipper	
chiper-canter (Arg.)	chip-n-saw	
chispa	spark	
chofer, camionero	truck driver	
chulo (Col.)	buzzard	
chupón (brote de raíz)	sucker (root sprout)	
chuto (Ven.)	truck tractor	

ciclo de corte, turno	cutting cycle, rotation	
clcuta	hemlock	
ciénaga	swamp	
ciervo	deer	
cigoto	zygote	
cilindro de impregnación	pressure treatment tank	
cima	hilltop, ridge	
cincel	chisel	
cinta diamétrica	diameter tape	
cinturón de seguridad	safety belt	
ciprés	cypress	
clase fórmica (árbol)	form class (tree)	
clavo	nail	
clima	weather, climate	
clorofila	chlorophyll	
clorosis	chlorosis	
CMNUCC	UNFCCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático
CMNUCC	UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change. Prácticamente nadie usa la sigla en español.
CO ₂	Carbon dioxide	Dióxido de carbono
coa (Méx.)	small shovel	
cobertura forestal	forest cover	
cobertura vegetal	ground cover	
cobertura vegetal (vivero)	cover crop (nursery)	
cociente	ratio	
coco	coconut palm, coconut	
cocodrilo	crocodile	
codominante	codominant	
coeficiente mórfico	form factor	
coetáneo	even-aged	
cogollo	sprout, terminal leader	
cola a base de úrea	formaldehyde glue	
cola fenólica	phynolic glue	
combustible	fuel	

Español	Inglés	MDL
combustión	combustion	
comadreja	weasel	
comején	termite	
compartimento	compartment	
compartimento de explotación	logging chance	
compendio	abstract (of a report)	
compensado (Arg.)	plywood	
complejos genéticos	genetic complexes	
componente genético aditivo	additive genetic effect	
componente genético no aditivo	nonadditive genetic effect	
comportamiento de fuego	fire behavior	
computadora	computer	
con corteza	with bark, overbark	
conato de incendio	spot fire, initial fire	
concha (Ven.)	bark	
curso (licitación del gobierno)	government solicitation for bids	
conejo	rabbit, cottontail	
conífera	conifer, evergreen	
cono	cone	
conocimiento de embarque	bill of lading	
consanguinidad	relatedness	
conservación	conservation	
conservacionista	conservationist	
contabilidad	accounting	
contaminación	pollution	
contenido de humedad	moisture content	
contra piso	subflooring	
contraenchapado	plywood	
contrafuego, retroquema	backfire	
contratista	contractor	
contrato	contract	
conuco (Ven.), minifundio	homestead	

		Definición (para el campo de trabajo)
Convención de Viena (para la protección de la capa ozono)	Vienna Convention (for protection of ozone layer)	Convención realizada en 1985 para establecer medidas y compromisos para evitar la destrucción de la capa de ozono atmosférico
CoP	Conference of the Parties	Conferencia de las Partes (de la CMNUCC). La primera se denominó COP1 y se realizó en Berlín en 1995.
CoP1		Primera Conferencia entre las Partes.
CoP3		Tercera Conferencia entre las Partes. Se introducen los tres sistemas de mercado de reducciones conocidos como Mecanismos de Flexibilidad.
CoP4		Cuarta Conferencia entre las Partes. Se establece el Plan de Acción de Buenos Aires, mediante el cual las partes se comprometen a establecer los MDL a más tardar en la COP6
CoP5		Quinta Conferencia entre las Partes. Bonn. Apoyo a los MDL y preparación de las bases para su materialización
CoP6		Sexta Conferencia entre las Partes (de la CMNUCC). Bonn (bis)
CoP7		Séptima Conferencia entre las Partes (de la CMNUCC). Acuerdos de Marrakech. Se establecen las M&P de proyectos MDL forestales
CoP8		Octava Conferencia entre las Partes (de la CMNUCC)
CoP9		Novena Conferencia entre las Partes (de la CMNUCC). Realizada en 2003.
CoP10		Décima Conferencia entre las Partes (de la CMNUCC). Realizada en 2004.
CoP11		Undécima Conferencia entre las Partes (de la CMNUCC). Realizada en 2005.
CoP12		Duodécima Conferencia entre las Partes (de la CMNUCC). Realizada en 2006.
CoP13		Décimo tercera Conferencia entre las Partes (de la CMNUCC). Realizada en Bali en 2007.
copa (árbol)	crown (tree)	
cópice	coppice	
coquito (Ciperaceae)	nutgrass	
coquito (insecto)	beetle, wood borer	
cordillera	mountain range	
correa	belt (conveyor)	
correa de techo	stringers (roof)	
corrugado medio	corrugated medium	
cortafuego	fireline	
cortar	cut	
corte anual	annual cut	
corte de la mejor cara	sound face cutting	

Español	Inglés	MDL
corte permisible	allowable cut	
corteza	bark	
cortina rompevientos	windbreak	
cosecha	harvest	
costanera, costero	slab (of log)	
costanero	slab (of log)	
cotización	bid	
Certificados de Reducción de Emisiones	Certified Emission Reduction	Certificados de Reducción de Emisiones
crecimiento	growth	
criar (animales), cultivar	breed animals	
cromosoma	chromosome	
cruce entre 2 individuos	outcrossing	
cruzar, aparear	cross, mate	
cuadrado medio (CM)	mean square (MS)	
cuadrado mínimo	minimum square	
cuadrilla contra incendios	fire crew, fire brigade	
cuadro (de un informe)	table (in a report)	
cualitativo	qualitative	
cuantitativo	quantitative	
cuarzo	quartz	
cucarrón (Col.)	beetle	
cueño radicular	root collar	
cuenca hidrográfica	watershed	
cuerda de madera apilada	cord (4'x4'x8')	
cuerpo fructífero	fruiting body	
cuervo	crow	
cuesta	slope	
cuidar el área después del incendio	mop-up, fireline control	
culebra venenosa	poisonous snake	
cultivar (planta)	breed (to), cultivate	
cultivo de tejidos	tissue culture	
Cumbre de la Tierra	Earth Summit	Cumbre de numerosos países realizada en junio de 2002 en Johannesburgo. En esta cumbre, Japón y los países europeos ratificaron el Protocolo de Kioto y Rusia anunció su ratificación a corto plazo.

Español	Inglés	Definición (laxa, en el contexto del MDL o del cambio climático)
Cumbre de Río de Janeiro	Rio Summit	Cumbre de numerosos países para analizar, entre otros, el cambio climático.
cuña	wedge	
cursillo	short course	
curva de nivel	contour line	

D		
damping off	damping off	
DAP	DBH	Diámetro a la altura de pecho (1.3m).
dársena	log pond	
dasonomía	mensuration, silviculture	
debobinado (Arg.)	rotary veneer	
defecto sólido de la madera	solid defect in wood	
defoliación	defoliation	
deforestación	deforestation	
dendrología	dendrology	
dendrómetro	dendrometer	
densidad aparente	wood density, bulk density	
densidad básica	wood density, oven dry	
densidad de carbono	carbon density	
densidad de madera	wood density	
densidad de plantación	stocking	
densidad real de celulosa (1,5g/cc)	cellulose density (1.5 g/cc)	
depósito de carbono	carbon sink	
derrumbe	landslide	
desbejucar	vine removal	
descalce (CH) (vivero)	root wrenching (nursery)	
descendente (orden)	descending (order)	
descoronar (CR), destope del árbol	top pruning	
descortezadora	debarker	
descortezadora de anillo	ring debarker	
descortezadora de tambor	drum debarker	
descortezar	debark, peel	

Español	Inglés	
desechos de la explotación	slash, logging debris	
desenrollado	veneer (rotary)	
desfibrado	defibration	
deshierbar	weed (to)	
deshijar (CR)	desprout/remove basal sprouts	
desmalezar	weed (to)	
desmontar	deforest	
despuntador	cut-off saw	
desramar	delimb (to), lop	
destajo	piece rate	
destapar (árbol)	top removal (tree)	
destornillador	screwdriver	
destornillador de estria	screwdriver, Phillips	
destornillador de pala	scre driver, flat blade	
detritos de madera gruesa	coarse litter	Masa vegetal muerta compuesta por pedazos de madera, leños, troncos, ramas o árboles muertos en pie o caídos
diabasa, basalto	basalt	
diámetro	diameter	
dimensión nominal	nominal dimension	
dimensión real	real dimension	
dióico	dioecious	
diploide (2 juegos de cromosomas)	diploid (2 sets of chromosomes)	
diseño	design	
disetaneo	uneven-aged	
disminuir	decrease (to)	
disminuyendo	decreasing	
dispersar, diseminar	scatter	
distribución natural	natural range	
doble troque (Col.)	tandem truck	
dominancia genética	genetic dominance	
dominante	dominant	
dosel	canopy, overstory crown cover	
drenaje natural, área de	swale	

Español	Inglés	Definición (laxa, en el contexto del MDL o del cambio climático)
duna	sand dune	
duramen	heartwood	
durmientes	railroad ties, sleepers	

E		
ebanistería	cabinet work	
ecología	ecology	
ecólogo	ecologist	
ecuación de biomasa	biomass equation	Expresión matemática que permite estimar la biomasa total o parcial de un individuo con base en unas pocas variables conocidas
ecuaciones de conicidad	taper equations	
edad de turno	rotation age	
edad temprana, joven	juvenile	
edáfico	edaphic	
edafólogo	soil scientist	
EE	EE	(Aumento de la) Eficiencia energética. Alternativa aceptada por el PK para la reducción de las emisiones de GEI.
efecto fertilizante del CO ₂		Aumento en la tasa de crecimiento de las plantas debido al mayor carbono disponible en la atmósfera
efecto genético aditivo	additive genetic effect	
efecto genético no aditivo (predominancia y epistasis)	nonadditive genetic effect (dominance and epistasis)	
efecto invernadero	greenhouse effect	
embalajes	crating	
embarques regulares	regular sailings	
emisión de certificados	issuance	Proceso mediante el cual la junta directiva del MDL emite certificados de emisiones reducidas (CER) con base en la verificación y la certificación
empalmadora de madera	joiner (wood)	
empernado (Ven.)	bolted	
empresa	company	
enana (planta)	runt	
encino (CA, M, Ch)	oak	
encofrado, formaleta de concreto	concrete form	
encolada (madera)	finger jointing	

encombado (tabla)	curving of boards	
encorvadura (Ven.), curvatura	wood curve	
enfermedad	disease	
enfermedad de las almácigas	damping off	
enraizamiento de estacas	rooting of cuttings	
enredadera	vine	
enrollador (insecto)	leaf roller (insect)	
ensayo	trial, test, experiment	
ensayo de progenie	progeny test	
entresaca	thinning	
entresaca (huerto semillero)	rogue, roguing	
entresaca por lo bajo	thinning from below	
entresaca precomercial	precommercial thinning	
enzima	enzyme	
epidemia	epidemic	
epístasis	epistasis	
equipo (Arg.)	tractor & full trailer	
ER	RE	(Uso de) Energías renovables. Alternativa aceptada por el PK para la reducción de las emisiones de GEI
era (vivero)	nursery bed	
erosión	erosion	
erosionar	erode	
error de muestreo	sampling error	
escalafón	scale, rank	
escama	scale (pine cone)	
escama (insecto)	mealy bug	
escardilla (Ven.), azadón	hoe	
esciófita (especie)	light tolerant species	
esorrentía	runoff	
escotilla abierta	open-hatch configuration	
especie	species	
especies de fibra corta	hardwoods	
especies latifoliadas	broadleaf species	
especies maderables	sawtimber species	
espesor de tablas	board thickness	

espiraladas (raíces)	spiraled (roots)	
espódico	spodic	
espodosol	spodosol	
espora	spore	
esquisto	schist	
estacas	cuttings, stakes	
estacas enraizadas	rooted cuttings	
estadísticamente	statistically	
estadístico	statistical, statistician	
estado cespitoso	grass stage	
estéreo (metro)	stere (a m ³ of piled wood)	
estiva	stave, dunnage	
estomas	stomates	
estratificación	stratification	
estrato inferior	understory	
estrato superior	overstory	
estrés ambiental	environmental stress	
estudio	study, trial	
estudio de tiempos y movimientos	time/cost study	
etiqueta, marca	tag	
eucaliptal	eucalyptus forest	
eucalipto	eucalyptus	
evaluación	assessment	
evapotranspiración	evapotranspiration	
exclusa	lock (ships)	
experto, tecnólogo forestal	technician, ranger	
explotación de madera	logging, harvesting	
extintor, extinguidor	fire extinguisher	
extracción de madera	logging	

Español		
F		
fábrica	plant (manufacturing)	
fascicula, fascículo	fascicle	
factor de expansión de biomasa	Biomass expansion factor	Factor que permite estimar la biomasa total de un individuo con base en unas pocas variables conocidas, usualmente el diámetro normal, o el diámetro normal y la altura total
factura	invoice	
factura comercial	commercial invoice	
faena (forestal)	task, job	
faja	strip of land, girdle	
fajardas, postes de mina	mine props	
fajas de enriquecimiento	strip plantings	
falla de compresión	compression failure	
faqueado (Arg.)	sliced veneer	
fardo	bale, bundle	
fauna silvestre	wildlife	
fecundación controlada	crossing, breeding	
fenología	phenology	
fenotipo	phenotype	
feromona	pheromone	
fertilizante	fertilizer	
fibra	fiber	
fijación de carbono	Carbon sequestration	Proceso de almacenamiento del carbono atmosférico como resultado del metabolismo (anabolismo) de las plantas
fila	row	
filo	hilltop, ridge	
filodio	phyllode	
finca	farm	
finger (Arg.)	finger joint	
finquero	farmer	
fisonomía	physiognomy	
floema	phloem	
flor	flower	
floramiento rocoso, afloramiento rocoso	rock outcrop	
flujo de caja	cash flow	

FOB carga abordo del transportador	FOB (free on board)	
follaje	foliage	
follaje perenne	evergreen	
forcípula	calipers	
forestación	forestation	
forestación (Arg.)	plantation, planting	
formaletas	concrete forms	
formón	wood chisel	
forraje (pastizal)	forage (pasture)	
forzamiento solar		Aumento de la energía solar que llega a la tierra como efecto de las manchas solares
fosfato diamónico	diammonium phosphate	
fotografía aérea	aerial photograph	
fractura	fracture	
frambuesa	raspberry	
franco arcillo-arenoso	sandy clay loam	
franco arenoso	sandy loam	
franja cortafuego	firebreak	
frecuencia genética	genetic frequency	
fresno, urapán	ash tree	
friable	friable	
friso (viga de soporte)	headboard, joist	
frondoso	broad-leaved	
fructificación	fruiting body	
fruto (árbol), fruta (comestible)	fruit	
fuego	fire	
fuelle de carbono	carbon source	Lugar, ecosistema o elemento que presenta un flujo neto de carbono hacia la atmósfera
fuentes genéticas	genetic sources	
fugas	leakage	Incremento de las emisiones de carbono fuera de los límites físicos de un proyecto y que son atribuibles al proyecto mismo
fundo	farm	
fungicida	fungicide	
fustal	small timber stand	

Español	Inglés	Definición (laxa, en el contexto del MDL o del cambio climático)
fuste	bole (tree)	
fuste seco	snag	

G

gallinazo (Col.), zamuro(CA), zopilote(Méx.)	vulture	
gambas (CR)	buttress roots	
gameto (reproducción sexual)	gamete (sexual reproduction)	
ganadero	cattle rancher	
gandola (Ven.)	tractor-trailer, trailer	
garlopa (Ven.)	wood plane	
garlopa de banco	joiner	
garrapata	tick	
gasoil, ACPM (Col.)	diesel fuel	
gato (mecánico)	jack, hydraulic jack	
gavilán	hawk	
GEI	GHG	Gases de efecto de invernadero
gene	gene	
genética forestal	forest genetics	
genotipo	genotype	
geotrópico	geotrophic	
germinación	germination	
germoplasma	germplasm	
gimnosperma	gymnosperm	
glifosato	glyphosate	
goma (Arg.)	tire	
gorgojo	weevil	
gradiente	cline, gradient	
gradiente de humedad	moisture gradient	
grados de libertad	degrees of freedom	
gramíneas	grasses	
granito	granite	
granizada	hailstorm	
granizo	hail	

grano en espiral (CR)	spiral grain	
grava, gravilla, balasto	gravel	
gravedad específica	specific gravity	
gremio forestal	forest industry	
grieta	crack	
grillo	grasshopper	
grúa en rieles para carga de navíos	traveling gantry crane	
grúa hidráulica (con plumilla)	knuckle-boom loader	
grúa para carga de navíos	gantry crane	
grúa, grulla (Col.)	loader, crane	
Gt		Giga toneladas (países de habla inglesa, pero de uso generalizado). Mil millones de toneladas.
guacamayo	macaw, papagayo	
guadaña (Col.)	scythe, rotary mower, brush cutter	
gualanday (Col.)	jacaranda	
guandal (Col.)	swamp forest	
guañán	ox driver	
gubia	gouge (wood)	
guía (de camión)	bill of lading	
gusano	caterpillar, grub	

H

habilidad combinatoria específica	specific combining ability	
habilidad combinatoria general	general combining ability	
hacha	axe	
halcón	falcon	
haploide (1 juego de cromosomas)	haploid (1 set of chromosomes)	
hardpan, harpan	hardpan	
hato	cattle farm	
haya	beech	
HCFC		Gases halocarbonados
hectárea	hectare	

Español	Inglés	
helada	frost	
helecho	fern	
heliófita (especie)	shade-tolerant specie	
hemi-celulosa	hemicellulose	
hendido (defecto en madera)	check (wood defect)	
heno	hay	
herbicida	herbicide	
herbívoro	herbivore	
heredabilidad	heritability	
herida	injury	
hermanos	siblings, sibs (trees)	
hermanos completos	full sibs	
hermanos medios	half sibs	
herramienta	tool	
heterocigosidad	heterozygosity	
heterocigoto	heterozygote	
HFC		Hydro-fuoro-carbono. Uno de los gases de efecto invernadero
hibrido	hybrid	
hidrología	hydrology	
hifa, hifas	hypha, hyphae	
hilera	row	
hinchazón	swelling	
hipsómetro	hypometer, altimeter	
histosoles	histosols	
hoja	leaf	
hojarasca	litter, duff	
hojarasca de acículas	pinestraw	
hojarasca fina	fine litter	Materia orgánica que reposa sobre la superficie del suelo, conformada por hojas, flores, frutos, semillas y fragmentos de éstos, ramitas y material leñoso con diámetros variablemente definidos
hojuelas	leaflets (of a tree)	
homocigoto	homozygote	
hongo	fungus	
hongos cromógenos	staining fungi	
hongos xilófagos	dryrot fungi	

Español	Inglés	Definición (laxa, en el contexto del MDL o del cambio climático)
hormiga	ant	
hormiga arriera	leaf-cutter ants	
hormigón (edificio)	footing (building)	
hormona	hormone	
horno	oven	
horqueta (Arg.)	fork (of a tree)	
huerto semillero	seed orchard	
huerto semillero clonal	clonal seed orchard	
hule (CA)	rubber tree	
humedad de equilibrio	equilibrium moisture content	
humo	smoke	

ICA (incremento corriente anual)	PAI (periodic annual increment)	
IMA (incremento medio anual)	MAI (mean annual increment)	
IC (Implementación Conjunta)	JI (Joint Implementation)	Mecanismo de implementación conjunta, mediante el cual se pueden negociar URE, permitiendo la negociación o "venta" de captura de CO ₂ e entre países Anexo B
ignición aérea	aerial ignition	
igual	equal	
impresora	printer	
incendio a cabeza	head fire	
incendio a favor del viento	head fire	
incendio contra el viento	backfire	
incendio de copa	crown fire	
incendio de flanco	flank fire	
incendio forestal	forest fire, wildfire	
incendio superficial	ground fire	
incertidumbres	uncertainties	Errores en la estimación de la captura de carbono de un determinado proyecto, debido a las suposiciones y a la estimación de los parámetros empleados
incremento	increment	
incremento corriente anual	periodic annual increment	
incremento medio anual	mean annual increment	

	Inglés	
índice del peligro de incendios	fire danger index	
infraestructura	infrastructure	
ingeniería de sistemas	computer science	
ingeniero forestal	forestry engineer	
ingresos	income	
injerto	graft	
intermedio	intermediate	
intolerante	intolerant	
inundación	flooding	
inventario	inventory, survey	
inventario forestal	timber cruise	
invernadero	greenhouse	
investigación forestal	forest research	
invierno	winter	
IPCC	IPCC	Panel Intergubernamental de Cambio Climático

J

jacaranda, gualanday (Col.)	jacaranda	
jaguar, tigre, onza (Ven.)	jaguar	
jefe de cuadrilla	crew boss	
jefe de incendio	fire boss	
jornada	work day	
jornal	laborer	
junco	rattan, large vine	

L

labranza	tillage	
ladera	slope	
lagarto	lizard, alligator	
lama (Ven.), aserrín	kerf, width of sawcut	
lama, musgo	moss	
lámina aglomerada	particle board	
lámina prensada	hardboard	

langosta (insecto)	lubber grasshopper	
largos sorteados	random lengths	
larva	larva	
latencia, período de reposo	dormancy	
latifundio	large farm	
latizal	sapling stand	
lechuza	small owl	
lengüeta y ranura (Ven.)	tongue & groove	
leña	cordwood, firewood	
leñoso	woody	
levantamiento topográfico	topographic survey	
levantamiento (plántulas del vivero)	lifting (from nursery bed)	
libre de competencia	free to grow	
licitación	bid, international offer to	
liebre	hare, jackrabbit	
lignina	lignin	
lignotubérculo	lignotuber	
lijar	to file	
lima	file	
límite, lindero	boundary	
limpieza (en plantaciones)	weeding (in plantations)	
lince	lynx	
línea base	baseline	Estimación <i>ex ante</i> de la cantidad y los flujos de carbono en un área considerada para el establecimiento de un proyecto MDL
Lista de chequeo	check list	Lista de comprobación
listón	cant, round roof stingers	
lixiviar	leach	
llama	flame	
llanos	plains	
llanta	tire	
llanura	plain	
llave	wrench, key	
llave ajustable	adjustable wrench	
llave de boca fija	open-end wrench	

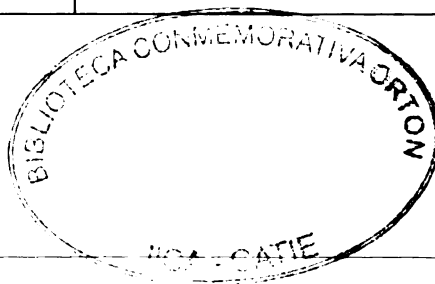
Español	Inglés	
llave de copas	socket wrench	
llovizna	misty rain, mist	
lluvia	rain	
loco, locos (genética)	locus, loci	
lodo, lodoso	mud, muddy	
logaritmo	logarithm	
logros genéticos	genetic gains	
loma	hill	
lombriz	earthworm	
longitud de rotura (pulpa, papel)	breaking length (pulp, paper)	
longitud de traqueida	tracheid length	
lora	parrot	
lugar/sitio de cromosomas	locus/loci	

M

machihembrado	tongue & groove	
madera	timber, wood	
madera arqueada, combada	bowed wood	
madera aserrada	lumber, sawn wood	
madera aserrada, separador	desticker (of lumber)	
madera blanda (de conífera)	softwood	
madera cepillada	planed lumber, dressed lumber	
madera de aserrio	sawtimber	
madera de pulpa	pulpwood	
madera defectuosa	cull	
madera dura (especie frondosa)	hardwood	
madera en pie	stumpage, growing stock	
madera lijada	sanded wood	
madera pulida	planed lumber	
madera rajada	split wood	
madera rolliza	roundwood	
madera secada al aire	air-dried lumber	

madera secada al horno	kiln-dried lumber	
madera tardía	latewood, summerwood	
madera temprana	earlywood, springwood	
madera trabajada	hewn wood	
maderable	mature stand	
maderero	logger	
maduro	mature	
maleza	weed, weeds	
mancha azul	bluestain	
manejo forestal	forest management	
mango (herramienta)	handle (tool)	
mano de obra	labor	
mapaná (Col.), mapanare (Ven.)	moccasin, water moccasin (snake)	
máquina	machine	
máquina plantadora	planting machine	
máquina taladora-arrumadora	feller-buncher	
maquinaria	machinery	
marca, etiqueta	tag	
marcar (un árbol)	blaze (on a tree)	
marchitamiento	wilt, dieback	
marchitarse	wilt (to), wither	
marcos de estructura	interior wall framing	
mariposa	butterfly	
martillo	hammer	
masa remanente	residual stand	
matarrasa (Ven.)	clearcut	
material combustible colgado	draped fuel	
matorral (Méx.)	low brush, low scrub forest	
mazo (Ven.), cincel, formón	wood chisel	
mcleod (herramienta de incendios)	mcleod (fire tool)	
MDL	CDM	Mecanismo para un desarrollo limpio. Mecanismo mediante el cual se negocian CRE entre los países comprometidos (Anexo B) y los países sin compromisos (No Anexo B).

Español	Inglés	Comentarios
mecanismos de flexibilidad (del PK)	flexibility mechanism (of the KP)	Sistemas regulatorios del mercado establecidos en el PK para realizar la reducción de emisiones de manera costo-efectiva
mechurria (Ven.)	drip torch	
medida	measure, measurement	
medio (vivero)	soil medium (nursery)	
medio ambiente	environment	
médula	pith	
meiosis (división de cromosomas)	meiosis (chromosome split)	
mejoramiento de árboles	tree improvement	
meristemo	meristem	
método, cuadrícula punteada	dot grid method	
métodos de embarque	liner shipping methods	
micelio	mycelium	
mico (Col.), mono	small monkey	
micorriza	mycorrhiza	
micorrizas	mycorrhizae	
micosis	fungal disease	
microfauna	microfauna	
microflora	microflora	
miera, pino (Arg.)	resin, pine	
mil pies tablares	thousand board feet (mbf)	
minadores de hojas	leaf miners	
minifundio	small farm	
mínima labranza	minimum tillage	
mitosis	mitosis	
mobiliario	furniture	
mofeta	skunk	
moho	mold, mildew	
moho en la madera	must, surface fungi	
mojar, mojado	wet, soaked	
mojón	bench mark	
moldura	molding (wood trim)	



		MDL
monitoreo	monitoring	En el ámbito de los proyectos MDL forestales, conjunto de actividades de medición y control que permiten cuantificar y registrar de manera verificable todos los aspectos técnicos del proyecto, en especial aquellos relacionados con el flujo de gases de efecto de invernadero
mono	monkey	
monoico	monoecious	
montacarga, grúa	forklift truck	
monte	woodlands, bush, wilderness, plantation(Arg.)	
montículo	mound	
mora	blackberry	
morfología	morphology	
morrocoy	tortoise, turtle	
mortajado	mortise	
mortandad (Arg.)	mortality	
moteado, jaspeado	mottled	
motoarrastrador (Arg.)	skidder	
motoniveladora, patrol (Ven.)	motorgrader, grader	
motosierra	chainsaw	
muebles	furniture	
muelle de carga	loading dock	
muérdago enano, muérdago	dwarf mistletoe, mistletoe	
muesca	notch	
muestreo por puntos	point sampling	
muestreo, muestrear	sampling, survey, to sample	
mula	mule	
multietaneo (rodal)	unevenly aged (stand)	
multiplicación agámica	vegetative reproduction	
multiplicación sexual	sexual reproduction	
musgo, lama	moss, peatmoss	

N

naturaleza	nature	
neblina	fog	

	Español	Inglés	Comentarios
necromasa	necromasa		Materia orgánica que reposa sobre la superficie del suelo o que compone los árboles muertos en pie, generalmente en estado fresco y con bajo grado de descomposición
necrosis	necrosis		
nemátodos	nematodes		
nido	nest		
nivel	level		
nivel freático	water table		
nivel, curva de	contour line		
no permanencia	nonpermanence		Concepto que reconoce que el carbono almacenado en las plantas no lo es de manera permanente sino transitoria y que con el paso del tiempo regresa a la atmósfera
NO ₂	nitrous oxide		Óxido nitroso
nocivo	noxious		
nogal	walnut		
normalización de corte	sustained yield		
normas	guidelines		
nudo	knot		
nudo fijo	sound knot, red knot		
nudo suelto	loose knot, black knot		
nudoso	knotty		
nuez	nut (tree)		

O

O ₃	ozone		Ozono
obrero, peón	laborer		
oferta financiera	bid, quote		
ojo de buen cubero	field estimate		
olmo	elm		
ondulado (pendiente)	rolling (hills)		
onza	ocelot		
operador de equipo pesado	heavy equipment operator		
opinión ponderada	educated guess		
orden	rank		
orden ascendente	ascending order		
orden descendente	descending order		

		Definición
orillo (Col.)	slab (of logs)	
orteto	ortet	
oruga	carterpillar	
otoño	autumn	
óxico	oxic	
oxisol	oxisol	

P		
padres	parents	
paisaje	landscape	
paja	straw	
paja seca	dry straw	
pala	shovel, spade	
palma	palm tree	
palo	stick, tree	
palo de rosa	rosewood	
pantano	swamp, marsh	
papel	paper	
papel de imprenta	writing paper	
papel desperdicio	wastepaper	
papel estucado	coated paper	
papel lija	sandpaper	
papel para máquina de escribir	bond paper	
papel periódico	newsprint	
papel plegadizo	bleached board	
papel reciclable	recyclable paper	
papel sin pulpa mecánica	wood-free paper	
parámetro	parameter	
páramo	misty rain, lands above tree line	
parásito	parasite	
parcela	plot (of land)	
parcela de prueba	sample plots	
parcelas pareadas	paired plots	

Español	Inglés	
paredes de las células	cell walls	
parénquima (célula)	parenchyma (cell)	
parentesco	parentage, family relationship	
participación en el mercado	market share	
pasta, pulpa	pulp	
pastal (Arg.)	pasture, grassland	
pastizal	pasture, meadow, grassland	
pasto	grass	
pasto guinea	guinea grass	
pastura (Arg.)	pasture, grassland	
pata de cabra (palanca)	crowbar	
patio	yard	
patio de acopio	wood collection yard	
patio de madera	woodyard	
patio de madera aserrada	lumber yard	
patio satélite de trozas	log deck	
patógeno	pathogen	
patrón (modelo)	pattern	
patrón (para injertar)	rootstock (for grafting)	
pautas	guidelines, standards	
FPC	PCF	Fondo Prototipo de Carbono, una iniciativa del Banco Mundial para la capacitación en diseño de proyectos (finalizada)
PCG	global warming potential	Potencial de calentamiento global. Efecto integrado de calentamiento por una emisión instantánea a la atmósfera actual de 1 kg de un GEI, en relación con el dióxido de carbono
pedo de bruja (Col.) (hongo)	puffball (fungus)	
pedregoso	stony, gravelly	
pendiente, cuesta	slope	
peón (CA, M)	laborer	
periódico	newspaper	
periodo de crédito	crediting period	
peritecio	perithecium	
perito	expert, technician	
perno	bolt	
perro de agua	mole cricket	

		Definición (laxa, en el contexto del
perro tensor, tensor de cadena	chain binder	
pertinente	relevant	
perturbación	disturbance	Inmutación, trastorno del orden y concierto, o la quietud y el sosiego de algo o de alguien (RAE)
pesa	scale, balance (for weighing)	
peso	weight	
peso específico/anhidro	wood density, oven dry	
peste	pest	
pesticida	pesticide	
pétalo	petal	
peciolo	petiole	
pica (Ven.)	cruse line, survey line, skid trail	
picnidio	pycnidium	
pie derecho, pilote	stud, upright post	
pie tablar	board foot	
pilote, pilotes, pilotaje	piling	
pinar	pine forest	
pino	pine	
pino oregón (A, Ch)	Douglas-fir	
piraña, caribe (Ven.)	piranha	
pista de arrastre (CR)	skid trail	
PK	KP	Protocolo de Kioto. Protocolo firmado por numerosos países para establecer reducciones obligatorias de emisiones de CO ₂ en los países del Anexo B (desarrollados y con economías en transición)
plaga	pest (insect)	
plagiotrópico	plagiotrophic	
plan de ordenación forestal	forest management plan	
plano de construcción	blueprint	
planta	plant (vegetative)	
planta de impregnación	wood treatment plant	
planta leñosa	woody plant	
plantación	planting, plantación	
plantación en faja	strip planting	

		del cambio
plantación en tresbolillo (C,V)	triangle configuration for planting	
plantadora	planting machine	
plantín (Arg.)	seedling	
plantita, plántula	seedling	
plateo, rodaja (Col., CR)	weeding (for planting)	
playa de acopio (Arg.)	woodyard, logyard, landing	
plegador de hojas	leaf roller (lepidoptera)	
pluviosidad	precipitation	
PNB	NBP	Productividad neta del bioma
PNE	NEP	Productividad neta del ecosistema
población arborea	forest population	
población forestal	stocking	
poda	prune (cut limbs)	
poda basal (vivero)	undercut (nursery)	
poda de calidad	sawtimber pruning	
poda de formación	formation pruning	
poda inferior (vivero)	undercut, root wrenching	
poda lateral (vivero)	lateral root pruning	
poda radicular	root pruning	
polea	pulley	
polen	pollen	
polilla	moth	
polines	railroad ties	
polinización abierta	open pollination	
polinización controlada	controlled pollination	
polinizar	pollinate	
política forestal	forest policy	
póliza de seguros	insurance policy	
poro	pore	
porra	sledge hammer	
porrón (Méx.)	brush hook	
porta-objetos (microscopio)	slide (microscope)	
porta-troz as (tractor)	forwarder	

	Inglés	
postes de mina	mine props	
postes de transmisión	poles, telephone poles	
postes, postes de cerca	fence posts	
potencial de calentamiento global	global warming potential	Índice que permite comparar el efecto relativo de los diferentes gases de efecto de invernadero
PPB	GPP	Productividad primaria bruta
PPN	NPP	Productividad primaria neta
pradera	pasture, meadow, prairie	
predio	tract	
predominio genético (interacción de alelos en el sitio)	genetic dominance (interaction among alleles at loci)	
preparación de sitio	site preparation	
preparación del suelo	site preparation	
presupuesto	budget	
primavera	spring (season)	
primer período de compromiso	first commitment period	2008–2012
prisma	prism	
procedencia	provenance	
proceso	process	Conjunto de las fases sucesivas de un fenómeno natural o de una operación artificial (RAE)
productos sólidos de madera	solid wood products	
prohibición de trozas	log ban	
promedio	mean, average	
promedio ponderado	weighted average	
propágulo	propagule	
propiedad	property, ownership	
propietario	landowner	
Protocolo de Kioto	Kyoto Protocol	Protocolo firmado por numerosos países para establecer reducciones obligatorias de emisiones de CO ₂ en los países del Anexo B (desarrollados y con economías en transición). Atención: el nombre correcto en español de la ciudad japonesa donde se firmó el protocolo es Kioto (con i latina).
Protocolo de Montreal	Montreal Protocol	Compromiso de numerosos países realizado en 1987 con metas físicas para la reducción de gases que destruyen la capa de ozono
proveedor de maquinaria	equipment supplier	
proyecto	project	

Español	Ingles	Definición (para, en el contexto del MDL o del cambio climático)
prueba	test, trial	
prueba T de Student	T-test	
prueba, parcela de	sample plot	
pseudoestaca, seudoestaca	stump (seedlings)	
púa	scion	
podrición	rot, decay	
podrición de la albura	sap rot	
podrición del duramen	heart rot	
pulaski (herramienta para candela)	pulaski (fire tool)	
pulpa	pulp	
pulpa absorbente	fluff pulp	
pulpa blanqueada	bleached pulp	
pulpa kraft	kraft pulp	
pulpa kraft marrón	brown kraft pulp	
pulpa mecánica	mechanical pulp	
pulpa molida	groundwood pulp	
pulpa química	chemical pulp	
pulpa quimo-termo mecánica	chemi-thermal mechanical pulp	
pulpa rayón, para disolver	dissolving pulp	
pulpa termo-mecánica	thermal mechanical pulp (TMP)	
puma, león de montaña	puma, mountain lion	

Q

quebrada	creek, brook	
quebrada serpentina	meandering stream	
quelates	chelates	
quema	burn (brush, forest fire)	
quema al voleo	broadcast burn	
quema controlada	controlled burn	
quema para reducción del peligro	hazard reduction burn	

Español	Inglés	Definición (laxa, en el contexto del MDL o del cambio climático)
quema prescrita	prescribed burn	
quemador	drip torch	
quemadura	burn (on skin)	

R		
rabón (Méx.)	truck, single axle or straight	
radiación solar	solar radiation	
radio-teléfono	two-way radio	
ráfaga de viento	gust of wind, whirlwind	
raicillas	feeder roots, root hairs	
raíz cuadrada	square root	
raíz desnuda	bare root	
raíz libre (Arg.)	bare root	
raíz pivotante	tap root	
raíz principal	primary root	
raíz secundaria	lateral root	
rajadura	split	
raleo selectivo	selection thinning	
raleo sistemático	row thinning	
raleo, aclareo, entresaca	thinning	
rama	limb, branch	
rama frondosa	bough	
rameto	ramet	
ramificado	limby	
rana	frog	
raposo, raposa	fox	
rasa, área de	clearcut areas	
rasgo	trait (genetic)	
rastra y cabezal (N)	tractor-trailer	
rastra, rastrilla	disk, disc, harrow	
rastrillo	rake	
rastrillo forestal	fire rake	
rastrujo	brush, brushland	
rata	rat	

Español	Inglés	
ratón	mouse	
rayo	lightning	
raza (animales)	breed (race)	
rebrote, cópice	coppice, sprout	
recalcitrante (semilla)	recalcitrant (seed)	
recipiente	container	
recreo	recreation	
rectitud	straightness	
recurso natural renovable	renewable natural resource	
red de caminos	road system, road network	
réditos	financial yields	
reforestación	reforestation	
reforestador	tree farmer	
regar	irrigate, water (to)	
regeneración natural	natural regeneration	
registro	record (data log)	
regresión	regression	
regresión múltiple	multiple regression	
regruesadora	wood planer (machine)	
regulación del aprovechamiento	regulation of cut	
relámpago	lightning	
relascopio	relascope	
remate	auction	
remoción de carbono	carbon removal	
remolino	whirlwind	
rendimiento	yield, gain	
rendimiento anual	annual yield	
rendimiento sostenido	sustained yield	
reno	reindeer	
repicar (plántulas)	prick out (seedlings)	
repuesto	machine part	
resina	resin	
restar	subtract	

resumen	summary	
retardante de fuego	fire retardant	
retoños, rebrotes	sprouts	
retroexcavadora	backhoe	
retroquema	backfire	
revestimiento	wall, wall covering	
riego	irrigation	
riesgos	risks	Eventos que podrían resultar en la emisión inesperada de GEI, tales como incendios, eventos climáticos extremos o plagas.
riostras	corner supports, diagonal supports	
roble	oak	
robledal	oak forest	
roca arenisca	sandstone	
roca caliza	limestone	
roca fosfórica	rock phosphate	
rocería, socola (CR)	clearing, brush cutting	
rociar	to spray	
rocío	dew	
rodaja (CR)	circle weeding	
rodal	stand of trees	
rodal semillero	seed production area	
rola (Ven.)	log, pulpwood stick	
rolear (Ven.)	buck, to	
romana (Ven.)	scale for weighing trucks	
rompe-fuego	firebreak	
rompe-olas (carro-cisterna)	baffle (tanker truck)	
rotativa	rotary brush cutter	
roya	rust (fungus)	
Rubisco	Rubisco	Ribulosa bifosfato carboxilasa. Enzima responsable de la captura del CO ₂ atmosférico por parte de las plantas.

S

sabana	savanna	
--------	---------	--

Español	Inglés	Definición (laxa, en el contexto del MDL o del cambio climático)
sala de afilado	filing room, filing shack	
saltahojas	leafhopper	
saltamontes	cricket	
salvoconducto de transporte (Col.)	hauling permit	
sapo	toad	
sauce	willow	
savia	sap	
secamiento descendente(mortalidad)	dieback	
sección radial	radial cut	
sección tangencial	tangential cut	
sección transversal	cross-section or face cut	
seco	dry	
seco al aire, secado al aire	air dry, air dried	
seco al horno	bone dry	
sedimento	sediment	
seguridad	safety	
seguros	insurance	
selección disgénica	dysgenic selection	
sembradora	seed drill	
sembrar	sow, to plant	
semilla	seed	
semi-remolque (Arg.)	tractor-trailer	
señalización del árbol con hacha	blaze (tree mark)	
señorita (Col.), tensor de cadenas	chain binder	
señorita (Ven.), diferencial	chain hoist	
separación de los anillos anuales	shake, ringshake	
separador de madera aserrada	sticker (of lumber)	
sequía	drought	
seto	hedge	
SF6	SF6	Hexafluoruro de azufre
siembra	sowing, planting	

siembra de forraje	cover crop	
siembra directa	direct seeding	
sierra	saw	
sierra de cinta	band saw	
sierra de disco	circular saw	
sierra sinfin	band saw	
SIG (Sistema de Información Geográfica)	GIS (geographic information system)	
significativo	significant	
silice	silicon	
silicio	silicone	
silo de aserrín	sawdust hopper	
silvicultura	silviculture	
sin corteza (troza descortezada)	inside bark, underbark	
sindicato	labor union	
sitio, calidad de	site quality	
sobre corteza, con corteza	overbark (E)	
sobremaduro	overmature	
sobrevivencia	survival	
soldador	welder	
soldadura, soldar	weld	
sombra	shade	
sompopa, zompopa (CR)	leaf-cutter ant (<i>Atta</i> sp)	
sotavento	leeward, downwind	
sotobosque	understory, underbrush	
subsolador (campo)	subsoiler	
subsolador (vivero)	undercutter	
subsolar	subsoil (to)	
subsuelo	subsoil	
suelo de capote	top soil	
suma de cuadrados (SC)	sum of squares (SS)	
sumar	add	
sumidero de carbono	carbon sink	Lugar o ecosistema en el cual se presenta un flujo neto de carbono de la atmósfera hacia éste

Español	Inglés	Comentarios
sumidero perdido de carbono	lost carbon sink	Desbalance de entre 0,5 y 1,9 Gt C/año entre las emisiones y la absorción de carbono global
superfosfato triple	triple superphosphate	
supervivencia	survival	
suprimido	suppressed, overtopped	
surco	bed (agriculture)	

T

tábano	horse fly	
tabique	wall framing, separation	
tabla	board, plank	
tabla de rendimiento	yield table	
tabla de volumen	volume table	
tabla ranurada	grooved board	
tablero aglomerado	particle board	
tablero aglomerado/tiras orientadas	oriented strand board (OSB)	
tablero contraenchapado	plywood sheet	
tablero de densidad media	MDF—medium density fiberboard	
tablero de fibra	fiberboard	
tablero de partículas	particleboard	
tablero laminado	plywood	
tablilla	lath, half-inch boards	
tablón, tablonés	thick boards, dimension stock	
tacotal (CA)	high brush, sapling forest	
tala dirigida	directional felling	
tala rasa, matarrasa (Ven.)	clear-cut	
tala selectiva	partial cut, selective cutting	
taladora-arrumadora (máquina)	feller-buncher	
talador-apilador	feller-buncher	
talar	cut, fell	
taller	shop	
taller mecánico	machine shop	

Español	Inglés	Definición
tallo	stem	
tanino	tannin	
tapir	tapir	
tara	tare	
tarea, trabajo	task	
tasa	ratio	
tasa beneficio/costos	cost-benefit ratio	
tasa de actualización	discount rate	
tasa de interés	interest rate	
tasa interna de retorno (TIR)	internal rate of return (IRR)	
tasa Libor	prime rate	
taxonomía	taxonomy	
teca	teak	
técnica de quema	firing technique	
tejido de cicatrización	callus tissue	
telémetro	range finder	
tempestad	storm, rainstorm	
tenazas	tongs	
tendencia	trend	
tensión ambiental	environmental stress	
tensor de cadenas, perro tensor(Ven.)	chain binder	
terciado (Arg.)	plywood	
termita	termite	
terrateniente	landowner	
terreno baldío	wasteland, common use land	
terreno escabroso	land with escarpments	
terrón	clod of dirt	
terrón (con plántula) (Ven.)	containerized seedling	
testigo	check (plot), witness	
tetraploide	tetraploid	
tiempo de permanencia	permanence time	Tiempo promedio requerido para que un GEI arrojado a la atmósfera regrese a la tierra
tigre, jaguar	jaguar	
tigrillo	bobcat	

Español	Inglés	
tiras (de corteza)	strips (of bark)	
tizón	blight	
tocón	stump	
toma de nutrientes	uptake of nutrients	
topadora (Arg.)	crawler tractor	
torcedura	warp, twist, crookedness	
torcido	crooked	
tormenta	storm, rainstorm	
tornillo de tuerca	bolt	
tornillo goloso, barrenador	screw	
torno	lathe	
toronto (Ven.)	tandem truck	
torre de vigilancia	fire tower	
torrero	tower operator	
tortón (Méx.)	tandem truck	
tortuga	turtle, tortoise	
traba (diente de sierra)	set (sawtooth)	
traba por triscado	alternate set (of sawteeth)	
trabajabilidad de la madera	wood workability	
trabajo de campo	fieldwork	
tractomula (Col.)	tractor-trailer	
tractor articulado con tenazas	grapple skidder	
tractor articulado, de arrastre	articulated skidder	
tractor de oruga	crawler tractor	
transplante	transplant, outplant	
transportador (aprovechamiento)	forwarder	
transportador (carga)	shipper	
transportador (correa)	conveyor	
transportador principal	leading shipper	
transportadores en bulto	bulk carriers	
tratamiento	treatment	
trementina	turpentine	
trepadora (planta)	climber, vine	

triángulo de combustión	combustion triangle	
trinchera	windrow	
tríplex (Col.)	plywood	
triploide	triploid	
trocear, rolear (Ven.)	buck logs (to)	
tronco	trunk (tree)	
troza	log (tree)	
troza inferior del fuste	butt log	
troza para pulpa	bolt, pulpwood stick	
troza superior del fuste	top log	
trueno	thunder	
tuca (CR)	log	
tuerca	nut (machine)	
tumbar	cut, fell	
tupí	wood shaper	
tupí portátil	portable wood shaper	
turba	peat	
turgidez	turgidity	
tumo	rotation	

U		
UTCUTF	LULUCF	Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y forestería. La sigla en español prácticamente no se usa.
umbráculo	shade house	
umbrófilo, umbrófila	shade tolerant	
URE		Unidad de reducción de emisiones equivalentes de CO ₂
USB	LUF	Uso del suelo y bosque

V		
vaina	sheath, bean pod	
vaina del fascículo	fascicle sheath	
valor de la madera en pie	stumpage (value)	
vara	pole	
variable dependiente	dependent variable	

Español	Inglés	Comentarios
variable independiente	independent variable	
varilla	wand, stick	
vaso (célula de madera)	vessel (wood cell)	
vástago	offspring	
veda	restriction, prohibition	
vegetación	vegetation	
venado	deer	
veneno	poison	
verano	summer	
vereda	trail (path), settlement	
verificación	verification	Proceso mediante el cual una entidad externa a un proyecto MDL, designada por la COP-MOP verifica que las emisiones se están reduciendo y capturando
verruga	burl	
vertisol	vertisol	
veta	wood grain	
veteado	wood grain	
vía de extracción	skid trail	
vida media	half-life	Tiempo promedio requerido para que el 50% de un GEI arrojado a la atmósfera regrese a la tierra
viga	beam, joist	
viga cambrera	top roof joist	
viga de mina	pit prop	
viga de solúa	outside joist	
viga madre	primary joists	
vigilancia aérea	aerial fire spotter	
vigilante de torre	tower operator	
vigueta	joist	
viruta	shavings, woodchip	
viverista	nurseryman	
vivero	nursery (tree)	
volcamiento de árboles	windthrow	
volqueta (Col.), volteo (Ven.)	dump truck	
volumen	volume	
volumen en pie	standing volume	



El proyecto FORMA reúne instituciones científicas con experiencia en el diseño e implementación de proyectos de manejo de recursos naturales y de herramientas útiles para el diseño de proyectos MDL. El propósito del proyecto Forma es remover barreras para la formulación de este tipo de proyectos en Ibero América.

FORMA es financiado por el Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) de España y ejecutado por el Centro Internacional para la Investigación Forestal (CIFOR) y coordinado por Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). El Colegio de la Frontera Sur de México (ECOSUR) y el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca del Uruguay son socios técnicos del proyecto.

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza) es un centro regional dedicado a la investigación y la enseñanza de posgrado en agricultura, manejo, conservación y uso sostenible de los recursos naturales. Sus miembros regulares son el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Belice, Bolivia, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, República Dominicana y Venezuela. El presupuesto básico del CATIE se nutre de generosas aportaciones anuales de estos miembros.



Solutions for environment and development
Soluciones para el ambiente y desarrollo

Sede Central
CATIE 7170
Cartago, Turrialba, 30501
Costa Rica
Tel.: (506) 2558-2000
Fax: (506) 2558-2060
www.catie.ac.cr

Proyecto Forma
Apdo. Postal 68
CATIE 7170
Cartago, Turrialba, 30501
Costa Rica
Tel.: (506) 2558-2343
Fax: (506) 2558-2051
www.proyectoforma.com