



Documento 2  
Información Específica del Proyecto Zona Norte que respalda la  
compensación de emisiones de GEI



Dirección de Desarrollo y Comercialización de Servicios Ambientales  
Departamento de Proyectos  
Enero de 2018  
San José, Costa Rica

## Contenido

1. ANTECEDENTES: MARCO LEGAL Y POLÍTICO .....	3
2. LÍMITES DEL PROYECTO.....	5
2.1. DEFINICIÓN DE LOS LÍMITES FÍSICOS DEL PROYECTO .....	5
2.1.1. CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS .....	6
2.1.2. CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS .....	6
3. ESTRATIFICACIÓN.....	8
1. ADICIONALIDAD DEL PROYECTO PARA EL MDC .....	9
5. CÁLCULOS DEL CARBONO EQUIVALENTE EN EL PROYECTO .....	9
5.1. CÁLCULO DEL CARBONO EQUIVALENTE EN EL PROYECTO (CÁLCULOS EX ANTE) .....	13
5.1.1. REMOCIONES NETAS DEL PROYECTO.....	13
5.1.2. DETERMINACIÓN DEL ESCENARIO DE REFERENCIA.....	14
5.1.3. FUGAS DEL PROYECTO.....	15
5.2. CÁLCULO DEL CARBONO EQUIVALENTE EN EL PROYECTO (CÁLCULOS EX POST) .....	15
5.2.1. DETERMINACIÓN DE LA BIOMASA ALMACENADA .....	15
6. MONITOREO .....	16
6.1. LÍMITES GEOGRÁFICOS DEL PROYECTO .....	16
6.2. CRECIMIENTO DE LOS ÁRBOLES Y CÁLCULO DE REMOCIONES.....	17
6.2.1. INTENSIDAD Y FRECUENCIA DE MUESTREO .....	17
6.2.2. METODOLOGÍA DE MEDICIÓN.....	18
6.2.3. VARIABLES A MEDIR.....	18
6.2.4. MONITOREO DE EMISIONES GEI.....	18
6.2.5. RALEOS Y MORTALIDAD.....	18
6.2.6. MONITOREO DE FACTORES DE RIESGO.....	19
7. REFERENCIAS.....	20
ANEXO 1. Contratos incluidos dentro del Proyecto de Compensación de GEI Zona Norte, Fonafifo. .	22
ANEXO 2. Funciones según estructura organizativa, de Unidades Funcionales, vinculadas con el Programa de PSA y con el desarrollo de proyectos para el MDC. ....	24

## **1. ANTECEDENTES: MARCO LEGAL Y POLÍTICO**

En razón de que la Dirección de Desarrollo y Comercialización (DDC) de Fonafifo, de acuerdo con la Resolución 536-2007 del MINAE publicada en La Gaceta N° 13 el 18 de enero del 2008, tiene como objetivo planificar, dirigir, coordinar, ejecutar, controlar y supervisar los asuntos relacionados con las actividades generadas para el desarrollo y comercialización de servicios ambientales (uno de los cuales como ya se mencionó, es el de mitigación de gases con efecto invernadero) y con la oficialización del Programa País y del Reglamento del Mercado Doméstico, se ha propuesto desde 2012, brindar, mediante una metodología robusta, Créditos de Carbono para Compensación a organizaciones que participan en el Programa País para la C-Neutralidad.

El documento del Proyecto de Compensación Zona Norte para procesos de compensación de emisiones de gases efecto invernadero en el MDC, corresponde a la metodología propuesta ante la Junta de Carbono y el Comité de Metodologías y Protocolos de la Dirección de Cambio Climático de Costa Rica y que se basa, tanto a nivel ex ante como a nivel ex post, en las herramientas metodológicas establecidas por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC por sus siglas en inglés), entre ellas:

**AR-AMS0007** *“Metodología simplificada de línea base y monitoreo para proyectos MDL de aforestación y reforestación a pequeña escala implementadas en tierras que no son humedales”.*

**AR-TOOL 14** *“Herramienta metodológica para la estimación de carbono almacenado y cambios en el carbono almacenado en árboles y arbustos en actividades de proyecto A/R MDL”.*

El presente documento pretende ser una guía general para orientar a los interesados en conocer los mecanismos de cuantificación de créditos de carbono comercializados por el Fonafifo en el Mercado Doméstico de Carbono. En el caso de requerir mayor detalle o preguntas específicas, favor dirigirse al Departamento de Propuestas de la

Dirección de Desarrollo y Comercialización de Fonafifo, teléfono (506) 2545-3541 o al correo [ricardo.bedoya@fonafifo.go.cr](mailto:ricardo.bedoya@fonafifo.go.cr).

## 2. **LÍMITES DEL PROYECTO**

Los Proyectos de Compensación se basan en contratos de PSA modalidad reforestación, los cuales cumplen con criterios de selección pre establecidos por la DDC. La definición de los límites del Proyecto contempla los aspectos físicos, sobre los sumideros considerados y sobre los gases contemplados.

### 2.1. **DEFINICIÓN DE LOS LÍMITES FÍSICOS DEL PROYECTO**

El área de Proyecto de Compensación Zona Norte la integran 58 contratos de Pago por Servicios Ambientales (PSA), modalidad reforestación, establecidos desde el 2008 hasta el 2011 con un área total de área plantada efectiva de 2519.6 ha. Existen 7 especies forestales de las cuales, las principales corresponde a Acacia (*Acacia mangium*) con área de 243.1 ha, Melina (*Gmelina arborea*) con un total de 1048.5 ha, Teca (*Tectona grandis*) con un total de 808.0 ha y Chancho (*Vochysia guatemalensis*) con 409.7 ha (Cuadro 1).

**Cuadro 1:** Distribución del área plantada en hectáreas por año de contrato y por especie plantada para el Proyecto de Compensación GEI Zona Norte.

Especie	Año de contrato				Area (ha)
	2008	2009	2010	2011	
<b>Acacia mangium</b>	52,3	183,1	0,0	7,7	243,1
<b>Gmelina arborea</b>	212,7	350,0	199,0	286,9	1048,5
<b>Tectona grandis</b>	11,8	525,9	8,2	262,2	808,0
<b>Terminalia amazonia</b>	0,0	7,2	0,0	0,0	7,2
<b>Terminalia ivorensis</b>	2,0	0,0	0,0	0,0	2,0
<b>Vochysia ferruginea</b>	0,0	0,0	0,0	1,1	1,1
<b>Vochysia guatemalensis</b>	37,9	205,4	0,0	166,4	409,7
<b>TOTAL (ha)</b>	<b>316,7</b>	<b>1271,5</b>	<b>207,2</b>	<b>724,3</b>	<b>2519,6</b>

Las áreas plantadas bajo contratos de PSA, se encuentran distribuidos dentro de los cantones de San Carlos, Los Chiles principalmente y un contrato en el cantón de Guatuso (contrato SC-01-20-0291-2011). La distribución de los contratos se muestra en la Figura 1.

### **2.1.1. CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS**

Tomando en cuenta la clasificación de zonas de vida de Holdridge, el área del proyecto cuenta con el bosque húmedo tropical (bh-T), bosque muy húmedo tropical (bmh-T) y bosque muy húmedo premontano (bmh-P). Considerando éstas zonas de vida, la temperatura de la región puede andar entre los 17 - 30 °C y una precipitación entre los 2000–6000 mm.

La topografía corresponde a un relieve homogéneo que varía entre los 100 - 300 msnm (CEMEDE, 2010), con suelos que pertenecen al grupo de suelos viejos y meteorizados, con acentuados problemas de acidez, baja fertilidad y con niveles de insuficiencia (CIA, 2013; Bertsch *et al.*, 1993).

### **2.1.2. CARACTERÍSTICAS SOCIOECONÓMICAS**

Los datos proporcionados por el MIDEPLAN (2013), muestran un Índice de Desarrollo Social (IDS) medio a muy bajo, con San Carlos como el cantón mejor ubicado (40.6/100), seguido de Guatuso (23.5/100) y Los Chiles (14.9/100), el cuál aparece inclusive como penúltimo a nivel nacional. Sin embargo, para el caso de San Carlos, los distritos que concentran la mayor cantidad de contratos dentro del proyecto (Cutris y Pocosol), se encuentran dentro de una categoría de muy bajo desarrollo (MIDEPLAN, 2013).

Por su parte, el Índice de Pobreza Humana (que considera privaciones y exclusión social), muestra que los cantones se encuentran dentro de las categorías de bajo y medio bajo, teniendo como mejor ubicado a San Carlos, seguido de Los Chiles y Guatuso. Es importante indicar que a pesar de que el cantón de San Carlos su índice muestra una mejor condición con respecto de los otros dos cantones, aunque las limitaciones en el ámbito material es menor, si existe un importante aporte que proviene de la presencia de población con limitado desarrollo educacional (PNUD, 2011).

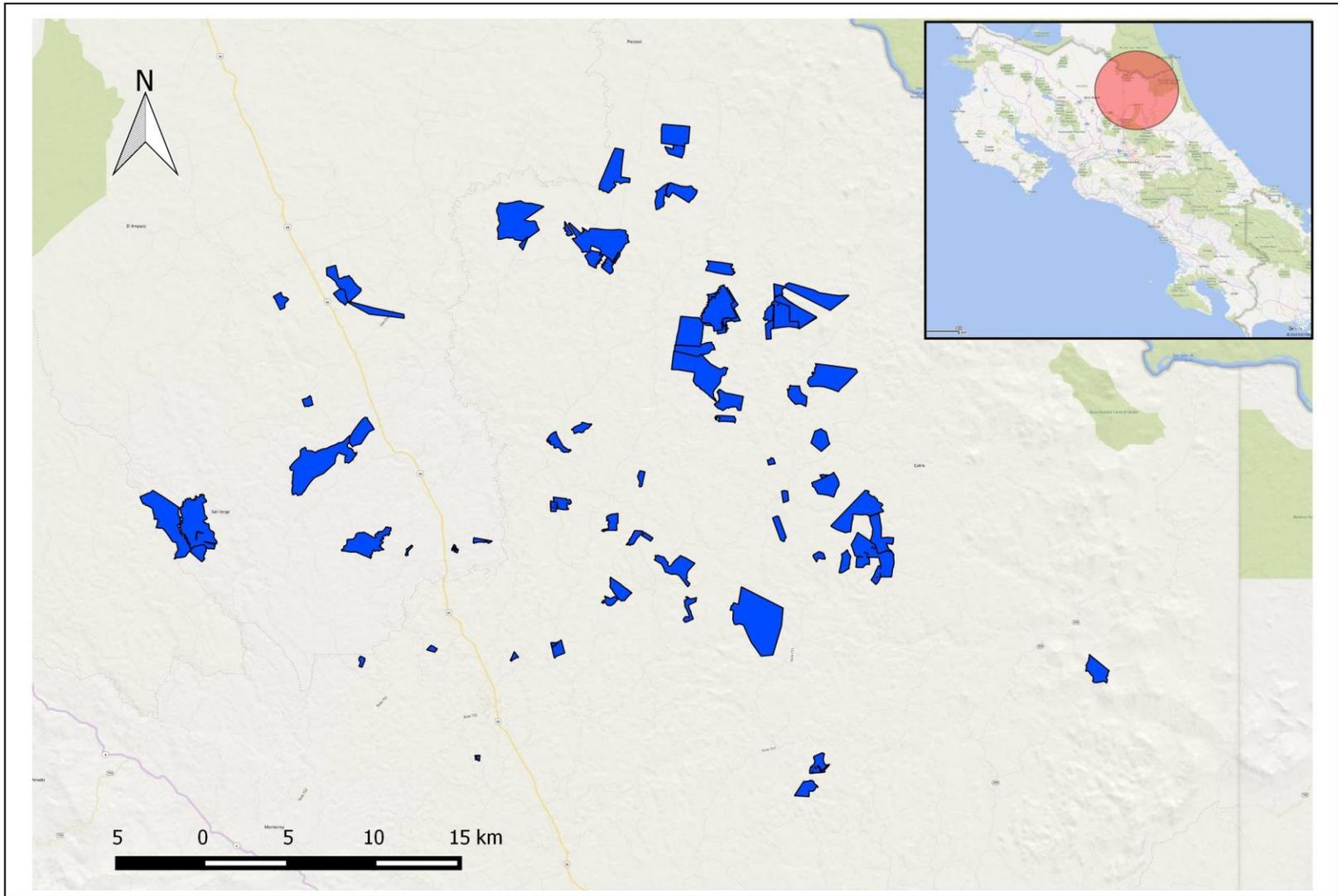


Figura 1: Ubicación de los 58 contratos de reforestación bajo el Pago por Servicios Ambientales considerados dentro del Proyecto de Compensación de GEI Zona Norte de Fonafifo.

Finalmente, considerando un Índice de Desarrollo Humano (que utiliza la esperanza de vida, tasa de alfabetización y bienestar material), los cantones incluidos en el Proyecto de Compensación Zona Norte, se encuentran en el grupo de cantones con índices considerados dentro de la categoría de medio alto (en el caso de San Carlos, el cual ha presentado una mejoría desde evaluaciones realizadas desde el 2005) a medio bajo (Guatuso y Los Chiles) como los cantones con mayor problema dentro de los límites del área del proyecto GEI. Hay que mencionar que, para el caso de los cantones de Los Chiles y Guatuso, existe un bajo aporte porcentual del bienestar material de la población de éstos cantones, lo que reduce sustancialmente el valor del índice (PNUD, 2011).

### 3. ***ESTRATIFICACIÓN***

Durante la etapa ex ante, la estratificación del Proyecto Zona Norte se basará en la especie plantada y el año de establecimiento (2007-2012). Para el caso de la etapa ex post la estratificación va a considerar el año de plantación (el cuál puede variar significativamente con el año de contrato), teniendo que todos los contratos establecidos en un año (por ejemplo 2008) corresponderán a un primer estrato y el tipo de crecimiento de la especie (rápido y mediano crecimiento), asumiendo que dentro de los criterios de selección de las especies realizado, se han eliminado los contratos o bloques de contratos que contengan especies de lento crecimiento.

Para definir especies de rápido y mediano crecimiento, se utilizará el criterio de la ONF establecido en el documento de Barrantes y Ugalde (2015), en donde se tienen como especies de rápido crecimiento a Melina (*Gmelina arborea*), Acacia (*Acacia mangium*), Chanco (*Vochysia guatemalensis*) y similares; y como especies de mediano crecimiento a la Teca (*Tectona grandis*), Pino (*Pinus spp*), Ciprés (*Cupressus spp*), Eucalipto (*Eucalyptus spp*), Laurel (*Cordia alliodora*), Cedro (*Cedrela spp*), Botarrama (*Vochysia ferruginea*) y similares.

En total, para la etapa ex post (monitoreo) existen 12 estratos para el proyecto Zona Norte, considerando 2 tipos de crecimiento y 5 años de establecimiento (Cuadro 2).

**Cuadro 2:** Estratos del Proyecto de Compensación de GEI Zona Norte en hectáreas por año de establecimiento de la plantación y por tipo de crecimiento de la especie plantada.

<b>Estrato</b>	<b>Especies</b>	<b>Año</b>	<b>Área (ha)</b>
<b>1</b>	Acacia mangium, Gmelina arborea, Vochysia guatemalensis	2007	59,9
<b>2</b>	Acacia mangium, Gmelina arborea, Vochysia guatemalensis	2008	281,1
<b>3</b>	Acacia mangium, Gmelina arborea, Vochysia guatemalensis	2009	353,9
<b>4</b>	Acacia mangium, Gmelina arborea, Vochysia guatemalensis	2010	272,1
<b>5</b>	Acacia mangium, Gmelina arborea, Vochysia guatemalensis	2011	353,5
<b>6</b>	Acacia mangium, Gmelina arborea, Vochysia guatemalensis	2012	103,7
<b>7</b>	Tectona grandis, Terminalia ivorensis	2008	417,5
<b>8</b>	Tectona grandis	2009	117,3
<b>9</b>	Tectona grandis, Terminalia amazonia	2010	172,9
<b>10</b>	Tectona grandis	2011	55,8
<b>11</b>	Tectona grandis, Vochysia ferruginea	2012	54,9
<b>12</b>	Gmelina arborea, Vochysia guatemalensis	2008	277,0
<b>Total</b>			<b>2519,6</b>

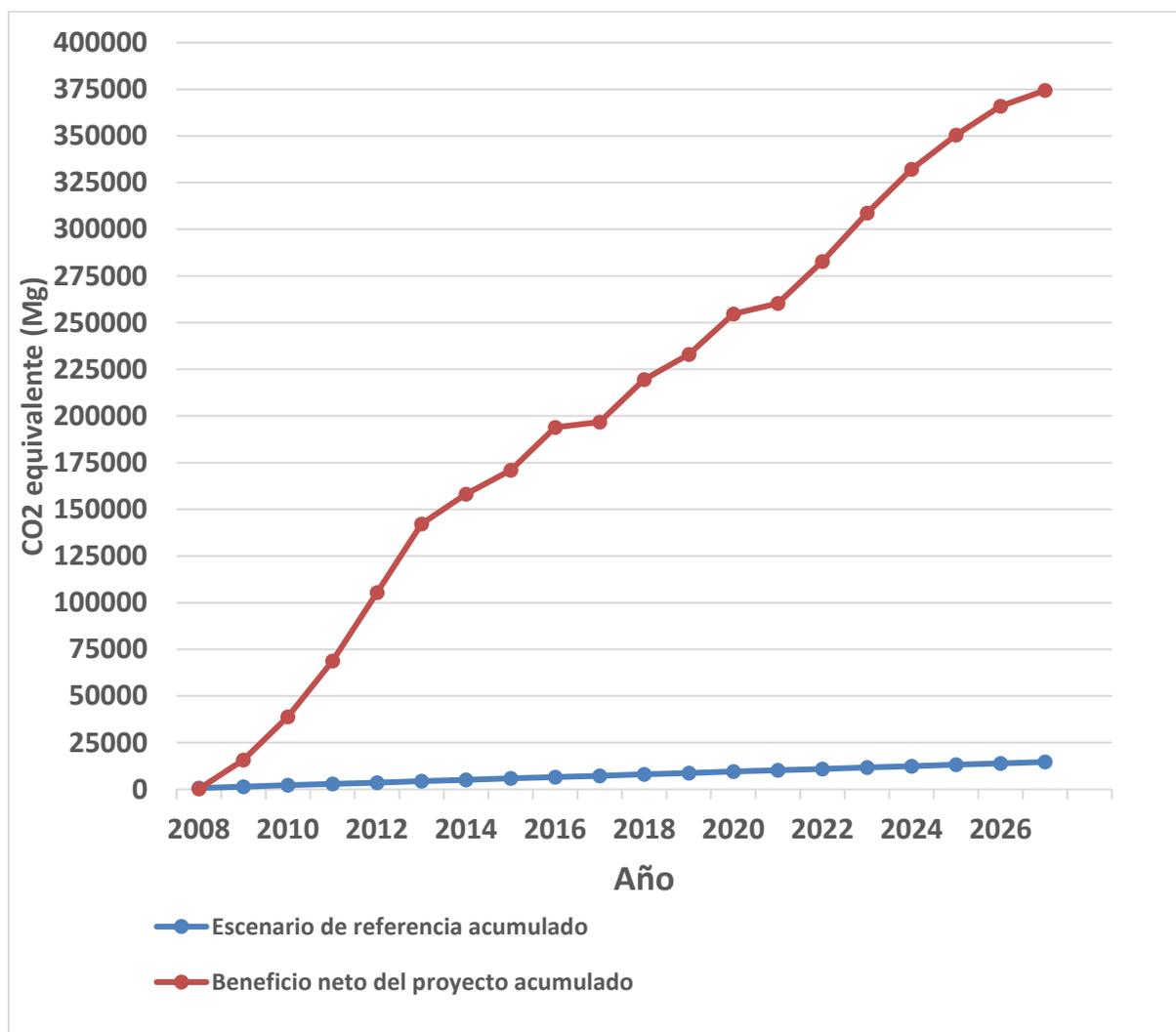
### **1. ADICIONALIDAD DEL PROYECTO PARA EL MDC**

La figura 2, muestra el beneficio neto acumulado (según estimaciones ex ante) del Proyecto Zona Norte durante su vida útil, teniendo como base las remociones netas de acuerdo al escenario de referencia planteado y considerando solamente la biomasa viva (aérea y subterránea) acumulada. En total se espera remover un total de 374385.9 MgCO<sub>2</sub>-e en un período de 20 años (para un promedio de 18 719.3 MgCO<sub>2</sub>-e al año), muy superior a los 14 663.8 MgCO<sub>2</sub>-e que removería el sitio de mantener un uso del suelo basado en pasturas y cultivos agrícolas.

### **5. CÁLCULOS DEL CARBONO EQUIVALENTE EN EL PROYECTO**

Los cálculos del carbono equivalente en el proyecto, tanto a nivel ex ante como a nivel ex post, buscan obtener el beneficio neto (carbono equivalente neto, en toneladas, almacenado durante un período de tiempo determinado). Este beneficio neto se calcula

mediante la determinación de las remociones netas del proyecto menos el carbono determinado en la línea base menos las fugas.



**Figura 2:** Beneficio neto acumulado (MgCO<sub>2</sub> equivalente) durante la vida del Proyecto de Compensación GEI Zona Norte versus la acumulación de carbono de acuerdo al escenario de referencia planteado. Las variaciones en el beneficio neto son producto principalmente por la pérdida de biomasa por los raleos programados.

Las remociones netas son básicamente el incremento de la biomasa considerada (en este caso la biomasa viva), menos las pérdidas de biomasa (raleos, mortalidad) y

emisiones (como consumo combustibles, etc), ocurridas dentro de los límites del proyecto.

Por su parte, el escenario de referencia es el cálculo de la cantidad de carbono acumulado en el sitio en ausencia de la actividad de reforestación (lo que hubiera almacenado de continuar el uso actual de la tierra).

Finalmente, las fugas representan el incremento de las emisiones antropogénicas de gases efecto invernadero que se producen fuera del límite del proyecto y que son medibles y atribuibles a la actividad del proyecto (Salinas y Hernández, 2008).

**Cuadro 3:** Cálculo del beneficio neto, remociones netas, emisiones y carbono almacenado por año durante la vida del Proyecto de Compensación GEI de Zona Norte del Fonafifo.

Año	Carbono almacenado MgCO2-e/año *	Emisiones MgCO2-e/año	Remociones netas MgCO2-e/año	Beneficio neto MgCO2-e/año
<b>2008</b>	1027,6	10,3	966,0	232,8
<b>2009</b>	17354,8	173,5	16313,5	15813,1
<b>2010</b>	25266,9	252,7	23750,9	38830,8
<b>2011</b>	32649,2	326,5	30690,2	68787,8
<b>2012</b>	39697,3	397,0	37315,5	105370,1
<b>2013</b>	39885,8	398,9	37492,6	142129,6
<b>2014</b>	17807,3	178,1	16738,9	158135,2
<b>2015</b>	14408,9	144,1	13544,4	170946,4
<b>2016</b>	25258,6	252,6	23743,1	193956,3
<b>2017</b>	3779,1	37,8	3552,4	196775,5
<b>2018</b>	24909,2	249,1	23414,7	219457,0
<b>2019</b>	15134,8	151,3	14226,7	232950,5
<b>2020</b>	23818,5	238,2	22389,4	254606,7
<b>2021</b>	6873,6	68,7	6461,2	260334,7
<b>2022</b>	24707,2	247,1	23224,8	282826,3
<b>2023</b>	28302,6	283,0	26604,4	308697,6
<b>2024</b>	25746,0	257,5	24201,2	332165,6
<b>2025</b>	20261,5	202,6	19045,9	350478,2
<b>2026</b>	17188,0	171,9	16156,7	365901,8
<b>2027</b>	9805,7	98,1	9217,3	374385,9

\*Nota: El valor incluye las pérdidas por raleos en las especies de Teca y Melina.

## **5.1. CÁLCULO DEL CARBONO EQUIVALENTE EN EL PROYECTO (CÁLCULOS EX ANTE)**

Los cálculos del carbono equivalente a nivel ex ante, se realizarán basados en la técnica del FEB (factor de expansión de biomasa), utilizando para ello valores reportados en la literatura sobre crecimiento (incremento medio anual) en volumen, densidad de madera reportada, relaciones de biomasa subterránea:biomasa aérea, factores de carbono y área total plantada para cada una de las especies encontradas dentro del proyecto.

### **5.1.1. REMOCIONES NETAS DEL PROYECTO**

#### **5.1.1.1. PÉRDIDAS DE BIOMASA**

Para el caso de la pérdida de biomasa en la etapa *ex ante*, será producto de las actividades de raleo ( $\Delta C_L$ ) o cosecha final. Para el caso de los raleos la pérdida de biomasa se determinó por medio de un porcentaje de corta programado sobre el carbono almacenado en la biomasa aérea y subterránea ( $\Delta C_{G,t}$ ), según literatura.

Considerando que la mayoría de las plantaciones se encuentra con distanciamientos de siembra que implican poca densidad inicial (816 árboles por hectárea o menos) es que se decide establecer raleos después de los 5 años. Para el caso de Teca, se siguió la sugerencia de Ladrach (2009), en donde se recomienda un primer raleo a los 6 y 10 años, ambos con una intensidad del 33%. Para el caso de la Melina, considerando su crecimiento, se estima la ejecución de 3 raleos, uno al año 5 con una intensidad del 50%, otro al año 8 y el último al año 12, éstos últimos con una intensidad del 33% (basado en Meza y Torres, 2006).

La pérdida de biomasa por cosecha final se asume después del año 15 y que corresponde al año en que finaliza el contrato establecido con el propietario, por lo que las remociones netas ( $Mg\ CO_2-e$ ) del contrato  $i$  en el año  $t > 15$  serán cero ( $C_{Actual, i\ t > 15} = 0$ ).

A nivel de cálculo ex ante, un 5% del cálculo del carbono almacenado ( $\Delta C_{G,t}$ ) en la remoción de GEI en el proyecto es reservado como riesgos que se puedan presentar

durante la implementación del Programa (plagas, evento natural, rescindimiento de contratos), de forma que se puedan mantener las proyecciones del carbono generado anualmente en el proyecto de forma conservadora.

#### **5.1.1.2. EMISIONES DEL PROYECTO**

Las emisiones de un proyecto son las cantidades de gases efecto invernadero (GEI) provenientes de las actividades que ocurren dentro de los límites del proyecto y que son medibles y atribuibles al mismo (Salinas y Hernández, 2008).

Basado en los acuerdos de la Convención Marco para el Cambio Climático de las Naciones Unidas (Executive Board Meeting 50, anexo 22 “Estimación de emisiones GEI debido a limpieza, quema y eliminación de vegetación atribuible a actividades de proyectos de MDL; Executive Board Meeting Report 42, párrafo 35), las emisiones producto de la limpieza inicial del terreno, limpiezas de mantenimiento de vegetación herbácea, aplicación de fertilizantes y el transporte interno se considerarán insignificantes. Por lo tanto, las emisiones del proyecto se determinará considerando el consumo de combustibles fósiles producto de las actividades de monitoreo y verificación.

La cuantificación de las emisiones en la etapa *ex ante*, se realiza restando anualmente (en MgCO<sub>2</sub> equivalente) el 1 % del cálculo del carbono almacenado ( $\Delta C_{G, t}$ ) en la remoción de GEI en el proyecto (Ver Cuadro 2).

#### **5.1.2. DETERMINACIÓN DEL ESCENARIO DE REFERENCIA**

La línea base utilizada para los cálculos es una estimación basada en la continuación del uso actual de la tierra (generalmente pastos o cultivos agrícolas). Los cálculos se basan en el trabajo de Chacón y Harvey (2013), quienes realizaron una estimación de la densidad de árboles encontrados en la zona de Río Frío, Costa Rica, sitio con uso del suelo y vegetación muy similar a la del proyecto.

Se escogió este estudio ya que sus resultados implican una evaluación a nivel de campo de 16 fincas en donde se midieron e identificaron todos los árboles presentes.

La densidad reportada fue de  $23.1 \pm 3.0$  árboles, tomado como cálculo del escenario de referencia, el límite superior redondeado, en este caso 26 árboles por hectárea.

Por otro lado, del listado de especies obtenida (Chacón *et al.* 2007), se escogió la especie con mayor incremento reportado para la zona, en este caso *Cordia alliodora*, en donde basado en los crecimientos reportados (CATIE, 2003), se calculó un IMA a nivel de volumen de  $0.004 \text{ m}^3$  por árbol/año, teniendo entonces un IMA en volumen de  $0.12 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{año}$ .

Así, las remociones de GEI por año en la línea base para el Proyecto de Compensación de GEI Zona Norte se calculó en  $733.2 \text{ MgCO}_2\text{-e} * \text{año}^{-1}$ .

### **5.1.3. FUGAS DEL PROYECTO**

Debido a que el riesgo de que las plantaciones establecidas en el Proyecto Zona Norte, pudieran o puedan ocasionar un desplazamiento de actividades es nulo o casi nulo. Es por ello que se considera que las fugas en el proyecto como 0.

## **5.2. CÁLCULO DEL CARBONO EQUIVALENTE EN EL PROYECTO (CÁLCULOS EX POST)**

### **5.2.1. DETERMINACIÓN DE LA BIOMASA ALMACENADA**

La estimación de la biomasa total por árbol depende de las ecuaciones disponibles, pero se utilizan las mejores ecuaciones ajustadas para cada especie, ya sea basadas en el volumen (técnica del FEB) o por medio de ecuaciones alométricas. Se utilizará un factor de carbono (0.5) y la constante  $44/12$ , para transformar biomasa a  $\text{CO}_2$  equivalente.

La estimación se hará primeramente para los contratos seleccionados de la muestra (10% del área) y de éstos, al estrato correspondiente, calculando un error de muestreo para el estrato.

Para mantener estimados conservadores, tal y como lo establecen las normas y los principios nacionales e internacionales en proyectos de compensación, en cada

estrato se calculará el límite de confianza y un error de muestreo. Dependiendo de la magnitud del error de muestreo (incertidumbre), se utilizarán los descuentos descritos en el cuadro 4, los cuales aplicarán sobre los límites de confianza calculados.

**Cuadro 4:** Factor de descuento de la incertidumbre U

Incertidumbre	Descuento (% de U)
$U \leq 10 \%$	0 %
$10 < U \leq 15$	25 %
$15 < U \leq 20$	50 %
$20 < U \leq 30$	75 %
$U > 30$	100 %

Fuente: UNFCCC, 2013

## 6. *MONITOREO*

Las variables que están bajo monitoreo anual serán los límites geográficos del proyecto de compensación, la estratificación establecida inicialmente, el crecimiento de los árboles para el cálculo de las remociones, las emisiones GEI y el análisis de otros factores que deban ser considerados de importancia y que afecten el carbono almacenado del proyecto.

### 6.1. *LÍMITES GEOGRÁFICOS DEL PROYECTO*

Los contratos de PSA son muy dinámicos y pueden sufrir variaciones debido a situaciones administrativo-legales o ambientales (mortalidad parcial o total en la plantación). Estas variaciones (principalmente modificaciones en la reducción de áreas plantadas o finiquitos) afectan los límites geográficos definidos inicialmente para el proyecto de compensación. El monitoreo de éstos cambios se realiza por medio de las siguientes actividades:

1. Seguimiento del estado administrativo del contrato a través del expediente, el cuál es administrado por la Dirección de Servicios Ambientales.
2. Coordinación con la Oficina Regional del Fonafifo, encargada del seguimiento y fiscalización del contrato.
3. Visitas de medición de carbono en donde se detecten mortalidad o resiembras importantes.
4. Visitas de verificación interna, tanto por parte de la Dirección de Servicios Ambientales, las Oficinas Regionales o el Departamento de Propuestas del Fonafifo, que reflejen cambios importantes en el área del contrato.

Estos cambios deberán ser reflejados en la base de datos utilizada en el cálculo de la cantidad de CO<sub>2</sub>-e disponibles en el proyecto de compensación para un año determinado y se hará el reporte de los cambios correspondientes al Comité de Metodologías y Protocolos.

## **6.2. CRECIMIENTO DE LOS ÁRBOLES Y CÁLCULO DE REMOCIONES**

### **6.2.1. INTENSIDAD Y FRECUENCIA DE MUESTREO**

En los Proyectos de Compensación para el MDC, la frecuencia del monitoreo es anual y se utilizará una intensidad mínima de muestreo del 10% del área total por cada estrato establecido, procurando que los estimados de biomasa tengan un error de muestreo menor al 10 %. Sin embargo, el porcentaje de muestreo final puede ser superior ya que de los estratos o Unidades de Muestreo (edad, tamaño y crecimiento de la especie) en donde existen pocos o hasta un solo contrato, se debe medir al menos uno (Murillo y Badilla, 2015)

Es importante mencionar, que debido a que no es posible medir todos los contratos en un año, el muestreo de los contratos es bajo un criterio de muestreo sin reemplazo, de forma que los contratos incluidos dentro de un año, no son considerados en el muestreo del siguiente año (Murillo y Badilla, 2015).

### 6.2.2. **METODOLOGÍA DE MEDICIÓN**

La biomasa de cada contrato PSA reforestación, será determinada a través de parcelas temporales de forma circular de varios tamaños, según la condición y área del sitio plantado a evaluar, de forma que el “n” nunca sea inferior a 5 parcelas. La intensidad mínima de muestreo es **2 % del área efectiva plantada** y su ubicación se hará no tomando un árbol como centro de la parcela (Murillo y Badilla, 2015).

### 6.2.3. **VARIABLES A MEDIR**

Para el caso de las plantaciones forestales las variables a medir son el diámetro a la altura del pecho (**DAP**) en cm, medida a través de una cinta diamétrica y **altura total** en m, medida por medio de hipsómetros o clinómetros Suunto y cintas métricas de 30 m.

Cuando la especie plantada sea melina (*Gmelina arborea*) se debe evaluar la incidencia y severidad de afectación por *Fusarium/Nectria*.

### 6.2.4. **MONITOREO DE EMISIONES GEI**

La emisión de gases GEI considerada en el Proyecto, es la que resulta del consumo de combustibles producto de las labores de monitoreo y verificación, es por ello que se llevará un registro del tipo de vehículo utilizado (marca, modelo, carrocería, entre otros), combustible utilizado, eficiencia del vehículo si se tiene, un registro de combustible consumido (en litros) y kilómetros recorridos en cada viaje.

### 6.2.5. **RALEOS Y MORTALIDAD**

De acuerdo con la Ley Forestal 7575, artículo 46, el objetivo del Fonafifo “*será financiar, para beneficio de pequeños y medianos productores, mediante créditos u otros mecanismos de fomento del manejo del bosque, intervenido o no, los procesos de forestación, reforestación, viveros forestales, sistemas agroforestales, recuperación de áreas denudadas y los cambios tecnológicos en aprovechamiento e industrialización de los recursos forestales.*”

Por otro lado, el reglamento a la ley forestal 7575 (Decreto 25721 – MINAE del 23 de enero de 1997) establece en el artículo 37 que es la Junta Directiva del Fonafifo la que establece los requisitos, procedimientos y reglamentación para la firma, emisión, aplicación y control de los citados títulos y las funciones del Fonafifo (art 41 y 42, Decreto 25721) son el velar el cumplimiento de los requisitos, procedimientos y reglamentación vigente y la verificación de la información.

Por lo tanto, legalmente Fonafifo no tiene el control de las actividades propias del manejo realizadas en las plantaciones incluidas dentro de los proyectos de compensación, por lo que el monitoreo (cuantificación) de las pérdidas de biomasa producto de los raleos, además de la mortalidad, se llevará a cabo mediante la muestra de los contratos medidos anualmente en cada estrato, en donde se registrará la densidad real actual de las plantaciones de acuerdo con las diferentes edades.

#### ***6.2.6. MONITOREO DE FACTORES DE RIESGO***

Debido al dinamismo de los contratos de PSA, se tendrá constante vigilancia sobre factores que puedan provocar cambios importantes en la emisión de GEI no contemplados o cambio en los reservorios (mortalidad total o parcial de la plantación o finiquito de contratos) dentro de los límites del proyecto. Esta vigilancia, se llevará a cabo durante las visitas de verificación interna y monitoreo, informes de regentes forestales, consulta a dueños de propiedades y por medio de coordinación con las oficinas regionales correspondientes.

Cuando se determinen cambios importantes que deban ser incorporados en la metodología, se hará el reporte correspondiente al Comité de Metodologías y Protocolos, los cuales deberán ser incorporados en el siguiente periodo de cuantificación de carbono acumulado en el proyecto.

## 7. **REFERENCIAS**

- Bertsch, F. Mata, R. Henríquez, C. 1993. Características de los principales ordenes de suelos presentes en Costa Rica. IX Congreso Nacional Agropecuario y de Recursos Naturales. Colegio de Ingenieros Agrónomos de Costa Rica. 19 p.
- CATIE (Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza) 2003. *Cordia alliodora* (R&P) Oken. In: Arboles de Centroamérica. Cordero, J. y D.H. Boshier (eds). Turrialba, Costa Rica. pp 473-476.
- CEMEDE (Centro Mesoamericano de Desarrollo Sostenible del Trópico Seco). 2010. Caracterización biofísica de las zonas definidas para la implementación de las opciones de la cosecha del agua. Documento D-02. Universidad Nacional- Ministerio de Agricultura y Ganadería. Nicoya, Costa Rica. 48 p. Disponible en [http://www.mag.go.cr/biblioteca\\_virtual/bibliotecavirtual/a00269.pdf](http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual/bibliotecavirtual/a00269.pdf)
- Chacón León M., Harvey C. A. 2013. Reservas de biomasa de árboles dispersos en potreros y mitigación en cambio climático. *Agronomía mesoamericana* 24(1): 17-26.
- CIA (Centro de Investigaciones Agronómicas). 2013. Mapa digital de Suelos de Costa Rica. Disponible en [http://www.cia.ucr.ac.cr/?page\\_id=139](http://www.cia.ucr.ac.cr/?page_id=139)
- IMN (Instituto Meteorológico Nacional). 2015. Factores de emisión de Gases Efecto Invernadero. Quinta edición. 9 p. Disponible en <http://cglobal.imn.ac.cr/documentos/factores-de-emision-gei-quinta-edicion>
- Ladrach, W. 2009. Alternativas para el raleo en plantaciones de Teca (*Tectona grandis* l). *Kurú* 6 (17): 1-10. Disponible en [http://www.tec.ac.cr/sitios/Docencia/forestal/Revista\\_Kuru/pdf/actualidad2.pdf](http://www.tec.ac.cr/sitios/Docencia/forestal/Revista_Kuru/pdf/actualidad2.pdf)

- Meza Montoya, A., Torres Córdoba, G. 2006. Raleo: una operación silvicultural fundamental. Revista Forestal Kurú 3(8): 1-3. Disponible en <http://revistas.tec.ac.cr/index.php/kuru/article/view/520/0>
- MIDEPLAN (Ministerio de Desarrollo y Planificación) 2013. Índice de Desarrollo Social 2013, Costa Rica. Disponible en <https://documentos.mideplan.go.cr/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/ab677d6c-fafd-4128-86df-a6aa04ab70ef/IDS%202013%20resumen.pdf?guest=true>
- Murillo, O., Badilla, Y. 2015. Definición de una metodología de muestreo de contratos del programa de pago por servicios ambientales para la medición de la biomasa para el desarrollo de proyectos de comercialización de créditos de carbono. Informa Final de Consultoría. Fonafifo, Dirección de Desarrollo y Comercialización de Servicios Ambientales, San José, Costa Rica. 108p.
- PNUD (Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo). 2011. Atlas de desarrollo humano cantonal de Costa Rica. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. 112 p.
- Salinas, Z., Hernández, P. 2008. Guía para el diseño de proyectos MDL forestales y de bioenergía. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. [Online] Disponible en: <http://www.proyectoforma.com/Documentos/GuiaDisenoProyMDLForBio.pdf>
- UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change, US). 2013. AR-TOOL14: Estimation of carbon stock and change in carbon stock of trees and shrubs in A/R CDM project activities. Versión 4.1. 32 p. Disponible en: <https://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/tools/ar-am-tool-14-v4.1.pdf>

## ANEXO 1. Contratos incluidos dentro del Proyecto de Compensación de GEI Zona Norte, Fonafifo.

Contrato	Dueño de contrato PSA Reforestación	Area (ha)	Coordenadas
SC-01-20-0003-2008	Zaida María Ugalde Avila	14,97	84°27'53"O 10°50'33"N
SC-01-20-0012-2008	Reforestación Industrial Los Nacientes S.A.	27,7	84°34'16"O 10°40'37"N
SC-01-20-0022-2009	Proteak Forestal S.A.	300,0	84°26'41"O 10°50'05"N
SC-01-20-0039-2010	Finca SO.LA.RA.S.A.	38,6	84°21'06"O 10°41'03"N
SC-01-20-0060-2009	Walter Chiroides Corella	50,0	84°19'30"O 10°45'55"N
SC-01-20-0075-2008	Misael Hidalgo e Hijos S.A.	30,0	84°23'14"O 10°48'27"N
SC-01-20-0114-2009	Alpizar Chaves Sonia M.	11,9	84°30'35"O 10°40'46"N
SC-01-20-0121-2008	Almacén Miguel A. González y Compañía Ltda	5,17	84°21'38"O 10°38'12"N
SC-01-20-0131-2008	STCR Costa Rica Trust and Escrow Company Limited S.A.	12,72	84°27'07"O 10°49'40"N
SC-01-20-0133-2009	Guillermo Ezequiel Herrera Matamoros	9,63	84°20'48"O 10°47'58"N
SC-01-20-0135-2008	Bosques Selectos LWO S.A.	18,2	84°29'34"O 10°50'51"N
SC-01-20-0135-2009	Che Cheque S.A.	18,4	84°20'33"O 10°47'53"N
SC-01-20-0145-2008	Inversiones Chale del Norte S.A.	5,8	84°21'22"O 10°43'12"N
SC-01-20-0147-2008	AVE JOTA S.A.	22,8	84°22'58"O 10°47'54"N
SC-01-20-0150-2008	Inversiones Chale del Norte S.A.	16,74	84°22'48"O 10°44'34"N
SC-01-20-0160-2008	SWEET SENSATION S.A.	84,2	84°23'47"O 10°46'43"N
SC-01-20-0167-2009	Maderas Cultivadas de Costa Rica MCC S. A.	124,4	84°26'27"O 10°52'23"N
SC-01-20-0183-2008	Ana Virginia Quirós Gamboa	6,4	84°33'00"O 10°40'25"N
SC-01-20-0194-2011	Rojas Amores Alcides/Rojas Amores José Luis	25,6	84°19'47"O 10°43'58"N
SC-01-20-0195-2011	Manuel Castro Sancho	19,9	84°21'29"O 10°47'26"N
SC-01-20-0201-2011	Producciones Melina de San carlos S.A.	45,9	84°24'37"O 10°51'50"N
SC-01-20-0202-2008	3-101-522985 S.A.	3,03	84°26'33"O 10°38'48"N
SC-01-20-0208-2010	Torres Chaves Victor	7,5	84°27'28"O 10°44'15"N
SC-01-20-0213-2009	Inversiones Hidalgo Peraza S. A.	4,2	84°28'10"O 10°37'20"N
SC-01-20-0217-2011	Rodríguez Zamora Jorge Enrique/Molina Gonzalez Milton David	7,8	84°29'38"O 10°37'04"N
SC-01-20-0218-2011	Ignacio Jesus Sancho Madriz	24,6	84°18'11"O 10°40'30"N
SC-01-20-0219-2011	Hacienda Tres Cepas S.A. y Banco Improsa S.A.	30,7	84°18'18"O 10°40'20"N
SC-01-20-0222-2009	Ferlo S.A.	8,5	84°10'58"O 10°36'39"N
SC-01-20-0225-2009	Bosques de La Garita Intl. S.A.	262,6	84°39'53"O 10°41'15"N
SC-01-20-0226-2009	Bosque de Terranova S.A.	260,9	84°36'00"O 10°43'05"N
SC-01-20-0227-2009	Bosques Selectos LWO S.A.	57,0	84°34'31"O 10°44'12"N
SC-01-20-0229-2011	PANAJAVEL DE SANTA ROSA S. A.	12,0	84°28'23"O 10°41'49"N
SC-01-20-0234-2011	Gota de Sangre Noventa y Ocho S.A.	9,1	84°32'13"O 10°37'20"N
SC-01-20-0248-2011	Forestales Yazzor S.A.	29,1	84°19'49"O 10°33'48"N
SC-01-20-0272-2011	Varela Castro Minor Gerardo	20,1	84°36'13"O 10°45'07"N

Contrato	Dueño de contrato PSA Reforestación	Area (ha)	Coordenadas
SC-01-20-0282-2010	WRP Aire Fresco S.A.	6,98	84°31'31"O 10°40'29"N
SC-01-20-0287-2011	Dos Aguas S.A.	5,5	84°37'7"O 10°48'14"N
SC-01-20-0288-2011	Bosques Selectos LWO S.A.	116,2	84°34'57"O 10°48'50"N
SC-01-20-0291-2011	Bosques de La Garita INTL S.A.	268,7	84°40'36"O 10°41'15"N
SC-01-20-0298-2011	Che Cheque S.A.	16,2	84°20'31"O 10°47'55"N
SC-01-20-0304-2009	Inversiones Ticua L.M.A S.A.	18,8	84°23'01"O 10°49'23"N
SC-01-20-0309-2010	KUPLING GLOBAL S.A.	44,5	84°24'1"O 10°47'19"N
SC-01-20-0312-2011	Ganadera Moravia S.A.	50,0	84°23'33"O 10°46'03"N
SC-01-20-0313-2011	Producciones Melina de San Carlos S.A.	42,9	84°24'09"O 10°51'43"N
SC-01-20-0319-2010	Finca árboles del Cóbano S.A.	9,2	84°34'03"O 10°47'57"N
SC-01-20-0320-2010	Ganadería Guajipal Herrera Rodríguez S.A.	6,4	84°19'51"O 10°48'26"N
SC-01-20-0323-2009	Reforestaciones La Amistad S.A.	19,6	84°21'18"O 10°47'53"N
SC-01-20-0324-2008	Fanny Herrera Matamoros	24,5	84°21'12"O 10°48'40"N
SC-01-20-0326-2010	Industriales del Bosque Cultivado Maderas del Futuro S.A.	33,8	84°35'10"O 10°48'29"N
SC-01-20-0330-2008	Herberto Víquez Barrantes	5,9	84°34'31"O 10°36'57"N
SC-01-20-0351-2008	Forestales Yazzor S.A.	33,0	84°20'16"O 10°32'54"N
SC-01-20-0355-2010	Banco Improsa S. A.	12,2	84°18'30"O 10°41'48"N
SC-01-20-0358-2010	WRP Aire Fresco S.A.	5,2	84°30'48"O 10°33'54"N
SC-01-20-0361-2010	Panajavel Santa Rosa LTDA.	32,0	84°28'10"O 10°41'53"N
SC-01-20-0371-2008	FANNYMAR S.A.	5,5	84°21'10"O 10°48'52"N
SC-01-20-0371-2009	Corporación Ecológica y Bosques Tropicales S.A.	86,3	84°26'27"O 10°41'20"N
SC-01-20-0409-2009	Ojos del Cielo S.A.	5,0	84°20'55"O 10°42'10"N
SC-01-20-0419-2010	Catalina y Juanita S.A.	20,0	84°25'30"O 10°42'41"N
SC-01-20-0435-2009	Life Forestry Costa Rica S.A.	34,2	84°24'16"O 10°39'53"N

**ANEXO 2. Funciones según estructura organizativa, de Unidades Funcionales, vinculadas con el Programa de PSA y con el desarrollo de proyectos para el MDC.**

<b>Estructura Organizativa (Resolución R-536-2007 MINAE, La Gaceta 13, 18 de enero 2008)</b>	
<b>Unidad de Informática</b>	Administrar los sistemas informáticos de apoyo a la gestión de las diferentes unidades de Fonafifo.
<b>Dirección de Servicios Ambientales</b>	Coordinar con otras direcciones para la buena marcha de los proyectos de PSA
	Preparar la información del cálculo de toneladas métricas de carbono que se pueden negociar en el ámbito nacional e internacional así como de otros servicios ambientales.
<b>Departamento de Gestión de Pago por SA.</b>	Efectuar las actividades de planeamiento y seguimiento de todo lo concerniente a los contratos y pagos de SA y coordinar con las áreas pertinentes la buena marcha de esta labor.
<b>Departamento de Control y Monitoreo</b>	Coordinar las labores como contraparte en estudios especiales contratados por la Dirección de Desarrollo y Comercialización de SA en caso de ser necesario.
	Administrar el sistema de información geográfico de Fonafifo.
	Brindar atención tanto a los clientes internos como externos que requieran información del Sistema de Información Geográfica.
	Ubicar en el SIG los proyectos que reciben PSA incluyendo la ubicación de fincas con traslapes.
	Elaborar mapas y materiales de apoyo para las demás Direcciones, Oficinas Regionales y para otras instituciones que lo soliciten.
<b>Dirección de Desarrollo y Comercialización</b>	Planificar, dirigir, coordinar, ejecutar, controlar y supervisar, los asuntos relacionados con las actividades generadas para el desarrollo y comercialización de servicios ambientales
<b>Departamento de Proyectos</b>	Elaboración, negociación y seguimiento, de proyectos de captación de recursos a nivel nacional e internacional.