

## Plan de Manejo de la Reserva Pacaya (Srs. Lima)

### 5.6 Estimación del carbono almacenado y proyección a 5 y 99 años

Para la determinación de la cantidad de carbono almacenado por el bosque, se utilizó parámetros internacionalmente reconocidos: para el bosque primario, se consideró la densidad específica del *Ocotea sp.* de 0.50 g/cm<sup>3</sup>, ya que es la especie más abundante (Timyan 1996); para bosque secundario, 0.40 g/cm<sup>3</sup> correspondiente a la densidad específica del sapan de paloma (*Trema micrantha*), (Timyan 1996). De igual forma se consideró un factor de 0,5 para convertir biomasa seca a cantidad de carbono. Para la estimación del contenido de carbono para la copa, se utilizó el factor de expansión FEC de 1.2 (Gayoso 2001), para la raíz FER de 1.16 (Narbus y Moren 1999), los dos basados en carbono total del fuste. Para el cálculo de la biomasa de leñosos de menos de 10 cm de DAP, palmas, arbustos no leñosos y necromasa, se estimó un factor de expansión de 1.15 levantado para este caso. La información base por tipo de bosque aparecen en los Anexos 5 y 6. Los resultados para carbono por tipo de bosque fueron los siguientes:

**Cuadro 5.** Carbono de fuste, copa, raíz y total por tipo de bosque

Tipo de Bosque	Carbono Fuste > 10 cm DAP (t/ha)	Carbono Copa (t/ha)	Carbono Raíz (t/ha)	Carbono leñosos <10 cm DAP(t/ha)	Carbono total (t/ha)	Área por tipo bosque (ha)	Carbono total del bosque (ton)
Primario	33,5	6,7	5,4	5,0	50,6	581	29.398
Secundario	19,8	4,0	3,2	3,0	29,9	29	867
<b>Total</b>						<b>610</b>	<b>30265</b>

Para estimar la cantidad de carbono que podría fijar y almacenar el bosque de la Reserva en los próximos cinco y 99 años, se consideró tomar como referencia la biomasa y volumen encontrado en bosque primario sin ninguna intervención y obtenido en una hectárea de muestreo de el Área de Conservación El Quinde, que se encuentra al frente de la propiedad en la vertiente Norte del Río Alambi. El volumen encontrado en este tipo de bosque fue de 155,1 m<sup>3</sup>/ha, y adicionando un 15 % para los árboles leñosos de menos de 10 cm de DAP, palmas, otros no leñosos y necromasa, se tiene 178,3 m<sup>3</sup>/ha que corresponde a un cantidad de carbono de 66,7 t/ha Se tomó como incremento medio anual (IMA) para el bosque primario levemente intervenido y secundario un valor de 4,0m<sup>3</sup>/ha/año correspondiente a 1,72 tC/ha/año (Fundación Bosques para la Conservación 2005). En el siguiente cuadro se muestran los resultados.

**Cuadro 6:** Estimación de carbón fijado y almacenado en un periodo de 5 y 99 años.

Tipo de Bosque	Área por tipo (ha)	Carbón total actual (t/ha)	IMA – Carbono total (t/ha/a)	Tiempo de recuperación hasta 66,7 t/ha (años)	Carbono total fijado en 5 (años)	Carbono fijado en 99 años
Primario	581	50,6	1,72	9	4.996,6	8.993,9
Secundario	29	29,9	1,72	21	249,4	1.047,5
<b>Total</b>	<b>610</b>				<b>5.246,0</b>	<b>10.041,4</b>

Se observa que para el periodo de 5 años el área contratada absorbe un total de 5246 t de carbono y para el periodo de 99 años alcanza una cifra de 10.041,4 t. Debe hacerse notar, que una vez alcanzada la cifra de los 66,7 t/ha (a los 9 y 21 años de recuperación en cada tipo de bosque, respectivamente), se asume que el bosque llega a su estado clímax y que por consiguiente la cantidad de carbono absorbido por crecimiento se pierde por biomasa en descomposición y caída de árboles viejos, es decir, llega a un equilibrio en términos de emisiones y captura de carbono.

## Plan de Manejo Vercocha (Sr. Jorge Maldonado)

### 5.6 Estimación del carbono almacenado y proyección a 5 y 99 años

Para la determinación de la cantidad de carbono almacenado por el bosque, se utilizó parámetros internacionalmente reconocidos: para el bosque de neblina montano ligeramente intervenido y bosque siempreverde montano alto ligeramente intervenido, se tomó la densidad específica del *Ocotea sp* y *Hedyosmun sp*, de 0.48 g/cm<sup>3</sup>, ya que son unas de las especies más abundantes en sus respectivos tipos de bosques; para el bosque de neblina altamente intervenido, 0.45 g/cm<sup>3</sup> correspondiente a la densidad específica del cedro (*Cedrela sp*). (Vozzo sf). De igual forma se consideró un factor de 0,5 para convertir biomasa a cantidad de carbono. Para la estimación del contenido de carbono para la copa, se utilizó el factor de expansión (FEC) 1.2 (Gayoso 2001), para la raíz (FER) 1.16 (Narbus y Moren 1999), los dos basados en carbono total del fuste. Para el cálculo de la biomasa de leñosos de menos de 10 cm de DAP, palmas, arbustos no leñosos y necromasa, se estimó un factor de expansión de 1.15, tomado como referencia lo citado por Orrego y del Valle (2001) para bosques tropicales. La información base por tipo de bosque aparecen en los Anexos 5, 6 y 7. Los resultados para carbono por tipo de bosque fueron los siguientes:

Cuadro 6. Carbono de fuste, copa, raíz y total por tipo de bosque

Tipos de Bosque	Carbono Fuste (t/ha)	Carbono Copa (t/ha)	Carbono de raíz (t/ha)	Carbono de árboles < 10 cm diámetro (tC/ha)	Carbono total (t/ha)	Área por tipo bosque (ha)	Carbono total del bosque (ton)
De neblina montano ligeramente intervenido	43,19	8,64	6,91	6,48	65,22	549,54	35.841,00
De neblina montano fuertemente intervenido	13,89	2,78	2,22	2,08	20,97	152,81	3.204,43
Siempre verde montano alto ligeramente intervenido	19,7	3,94	3,15	2,96	29,75	437,74	13.022,77
<b>Total</b>						<b>1140,09</b>	<b>52.068,20</b>

Para estimar la cantidad de carbono que podría fijar y almacenar el bosque de la reserva en los próximos cinco y 99 años, se estimó que éste bosque podría alcanzar una producción máxima en volumen de 200 m<sup>3</sup>/ha de madera en su estado clímax, equivalente a un total de carbono (fuste, copa, raíz y leñosos menores de 10 de DAP)) de 72,48 tC/ha. Como incremento medio anual (IMA) para el bosque de neblina montano ligeramente intervenido, de neblina montano altamente intervenido y siempreverde montano alto ligeramente intervenido, se tomó un valor de 3,0 m<sup>3</sup>/ha/año correspondiente a 0,85 t/ha/a de carbono. A este valor se le adiciona el carbono de copa y raíz (+0,36%) y 15 % de biomasa de árboles menores de 10 cm de diámetro, lo que tiene como resultado 1,28 t/ha/a. En el siguiente cuadro se muestran los resultados.

Cuadro 7: Estimación de carbón fijado y almacenado en un periodo de 5 y 99 años.

Tipo de Bosque	Área por tipo (ha)	Carbón total actual (t/ha)	IMA – Carbono total	Tiempo de recuperación hasta 72,48 t/ha (años)	Carbono total fijado en 5 (años)	Carbono fijado en 99 años
De neblina montano ligeramente intervenido	549,54	65,22	1,28	6	3517,05	4220,47
De neblina montano fuertemente intervenido	152,81	20,97	1,28	52	977,98	10171,03
Siempre verde montano alto ligeramente intervenido	437,74	29,75	1,28	33	2801,54	18490,14
<b>Total</b>	<b>1140,09</b>				<b>7296,57</b>	<b>32881,64</b>

Se observa que para el periodo de 5 años el área contratada absorbe un total de 7297 t de carbono y para el periodo de 99 años alcanza una cifra de 32882 t/C. Debe hacerse notar, que una vez alcanzada la cifra de los 72,48 t/ha (a los 6,52 y 33 años de recuperación para cada tipo de bosque respectivamente), se asume que el bosque llega a su estado clímax y que por consiguiente la cantidad de carbono absorbido por crecimiento se pierde por biomasa en descomposición y caída de árboles viejos, es decir, llega a un equilibrio en términos de emisiones y captura de carbono.

## **Plan de Manejo Reserva El Quinde (Sra. P. de Bloome)**

### **5.6 Estimación del carbono almacenado y proyección a 5 y 99 años**

Para la determinación de la cantidad de carbono almacenado por el bosque, se utilizó parámetros internacionalmente reconocidos: para el bosque primario, se consideró la densidad específica del *Ocotea sp.* de 0.55 g/cm<sup>3</sup>, ya que es la especie más abundante; para bosque secundario, 0.50 g/cm<sup>3</sup> correspondiente a la densidad específica del cedro (*Cedrela sp.*) (Vozzo sf). De igual forma se consideró un factor de 0,5 para convertir biomasa seca a cantidad de carbono. Para la estimación del

contenido de carbono para la copa, se utilizó el factor de expansión (FEC) 1.2 (Gayoso 2001), para la raíz (FER) 1.16 (Narbus y Moren 1999), los dos basados en carbono total del fuste. Para el cálculo de la biomasa de leñosos de menos de 10 cm de DAP, palmas, arbustos no leñosos y necromasa, se estimó un factor de expansión de 1.15, tomado como referencia lo citado por Orrego y del Valle (2001) para bosques tropicales. La información base por tipo de bosque aparecen en los Anexos 5 y 6. Los resultados para carbono por tipo de bosque fueron los siguientes:

**Cuadro 5.** Carbono de fuste, copa, raíz y total por tipo de bosque

Tipo de Bosque	Carbono Fuste (t/ha)	Carbono Copa (t/ha)	Carbono Raíz (t/ha)	Carbono leñosos <10 cm DAP(t/ha)	Carbono total (t/ha)	Área por tipo bosque (ha)	Carbono total del bosque (ton)
Primario	29.6	5.9	4.7	13.0	53.2	248.3	13209.6
Secundario	24.7	4.9	3.9	9.3	42,9	139.9	6001.7
<b>Total</b>						<b>388.2</b>	<b>19211.3</b>

Para estimar la cantidad de carbono que podría fijar y almacenar el bosque de la reserva en los próximos cinco y 99 años, se consideró tomar como referencia la biomasa y volumen encontrado en bosque primario sin ninguna intervención y obtenido de algunas parcelas de muestreo. El volumen encontrado en este tipo de bosque fue de 155,1 m<sup>3</sup>/ha, y adicionando un 15 % para los árboles leñosos de menos de 10 cm de DAP, palmas, otros no leñosos y necromasa, se tiene 178,3 m<sup>3</sup>/ha que corresponde a un cantidad de carbono de 66,7 t/ha. Se tomó como incremento medio anual (IMA) para el bosque primario levemente intervenido y secundario un valor de 4,0m<sup>3</sup>/ha/a. correspondiente a 1,72 tC/ha/a. En el siguiente cuadro se muestran los resultados.

**Cuadro 6:** Estimación de carbón fijado y almacenado en un periodo de 5 y 99 años.

Tipo de Bosque	Área por tipo (ha)	Carbón total actual (t/ha)	IMA – Carbono total (t/ha/a)	Tiempo de recuperación hasta 66,7 t/ha (años)	Carbono total fijado en 5 (años)	Carbono fijado en 99 años
Primario	248.3	53.2	1,72	8	2135,4	3416.6
Secundario	139.9	42,9	1,72	14	1203.1	3368.8
<b>Total</b>	<b>388.2</b>				<b>3338.5</b>	<b>6785.4</b>

Se observa que para el periodo de 5 años el área contratada absorbe un total de 3338 t de carbono y para el periodo de 99 años alcanza una cifra de 6785 t. Debe hacerse notar, que una vez alcanzada la cifra de los 66,7 t/ha (a los 8 y 14 años de recuperación para cada tipo de bosque, respectivamente), se asume que el bosque llega a su estado clímax y que por consiguiente la cantidad de carbono absorbido por crecimiento se pierde por biomasa en descomposición y caída de árboles viejos, es decir, llega a un equilibrio en términos de emisiones y captura de carbono.

## **Plan de manejo Bosque Protector Colonso (Ministerio del Ambiente)**

### 4.5.3. Carbono almacenado

El inventario forestal para la medición del carbono en el bosque del Colonso se realizó en el mes de diciembre 2009 y enero del 2010 (ver metodología en extensión en el anexo 11).

Se seleccionó un inventario en base a un muestreo sistemático estratificado por las características fisiográficas del área. Tres estratos fueron identificados y diferenciados por rangos altitudinales, de la siguiente forma:

Cuadro 13. Estratos determinados para la medición del carbón

Estrato 1: BSV-P	600 a 1200 msnm	1.906 ha
Estrato 2: BSV-MB	1200 a 2000 msnm	4.018 ha
Estrato 3: BSV-MA	2000 a 2900 msnm	376 ha
Total		<b>6.300 ha</b>

BSV-P: bosque siempre verde piedemonte (Sierra, 1999).

BSV-MB: bosque siempre verde montano bajo (Sierra, 1999).

BSV\_MA: bosque siempre verde montano alto (Sierra, 1999).

A continuación se presenta el mapa con los estratos determinados para medir el carbón.

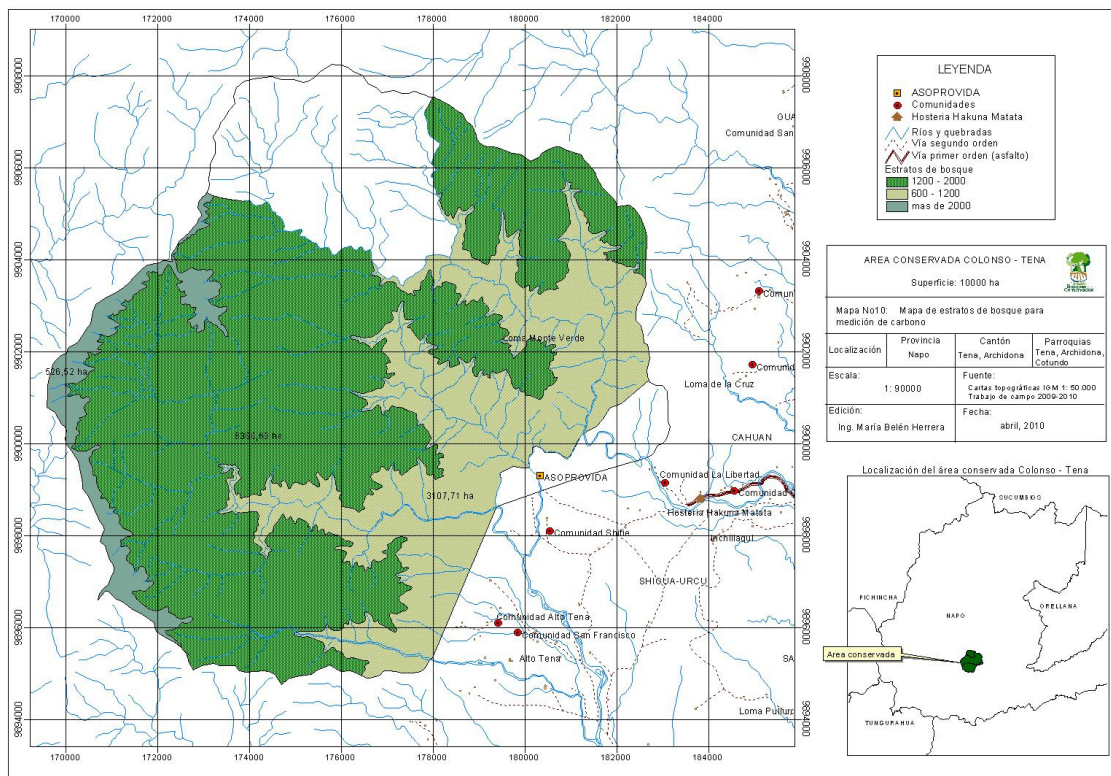


Figura 8. Estratos determinados para la medición del carbono en el Bosque Protector.

Como se puede observar en el siguiente cuadro, el total de dióxido de carbono almacenado en la biomasa viva (aérea y subterránea) sobre las 10.000 ha del área de contrato asciende a 4,5

millones de toneladas, arrojando una media de 450,1 tCO<sub>2</sub>e/ha para todo el bosque. Con base en la superficie por cada tipo de bosque y al contenido de carbono en cada uno, la mayor cantidad de carbono (61,6%) se concentra en el bosque de altitud intermedia (BSV-MB), mientras que el bosque BSV-MA localizado por encima de los 2000 msnm contiene menos del 2% del total de carbono de todo el bosque.

En promedio, el bosque localizado a menor altitud (BSV-P) es el que posee mayor cantidad de carbono por unidad de área (529,21 tCO<sub>2</sub>e/ha), seguido del segundo estrato comprendido entre 1200 a 2000 msnm (BSV-MB) con 435,58 tCO<sub>2</sub>e/ha. La menor cantidad se encontró en el bosque de mayor altitud, por encima de los 2.000 msnm (BSV-MA) con tan solo 158,81 tCO<sub>2</sub>e/ha.

Cuadro 14. Carbono Total por estrato

Tipo de bosque	Área por tipo de bosque (ha)	Volumen madera total (m <sup>3</sup> /ha)	Carbono total aéreo (tC/ha)	Carbono total subterráneo (tC/ha)	Carbono total en latizal (tC/ha)	CO <sub>2</sub> total por tipo de bosque (t/ha)	CO <sub>2</sub> Total (Kt CO <sub>2</sub> e)
I – BSV-P	3107,7	265,97	112,65	24,78	6,92	529,24	1.644,7
2 – BSV-MB	6366,7	212,24	91,69	20,17	6,95	435,58	2.773,2
3 – BSV-MA	526,5	78,10	33,74	7,42	2,16	158,81	83,6
<b>Total</b>	10.000						<b>4.501,5</b>

La mayor parte del carbono se concentra en la biomasa aérea (copa y fuste). El contenido de carbono proveniente del sotobosque o latizales varía entre 5,2 y 6,2% con relación a la cantidad de carbono total de la biomasa de diámetros mayores a 10 cm. Esto es similar a lo reportados por PROFAFOR (2008) en la Amazonía Norte de Brasil.