



Programa Mexicano del Carbono

---

---

Una REDD  
para SALVAR la SOMBRA de la  
Sierra Madre de Chiapas

**Manual de Procedimientos  
Inventario de Carbono +**

**Coordinador del Proyecto:**

DR. FERNANDO PAZ PELLAT

**Colaboradores:**

- M. en C. Antoine Libert Amico
- M. en C. Julio César Wong González
- M. en C. Fabiola Rojas García

*Versión 1.0 (Junio de 2016)*

## FORMA DE CITAR EL DOCUMENTO:

**Programa Mexicano del Carbono, A.C. 2015.** Una REDD para SALVAR la SOMBRA de la Sierra Madre de Chiapas. Manual de Procedimientos Inventario de Carbono +. Coordinador: Fernando Paz Pellat. Colaboradores: Antoine Libert Amico, Julio César Wong González y Fabiola Rojas García. Texcoco, Estado de México. 66 p.

# CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
Contenido y captura de carbono en la vegetación.....	2
Almacenes de carbono en las comunidades vegetales .....	3
1 Biomasa viva sobre el suelo .....	3
2 Biomasa viva por debajo del suelo .....	3
3 Biomasa muerta sobre el suelo .....	3
4 Mantillo .....	4
5 Suelo.....	4
<b>2. INVENTARIO DE CARBONO+ .....</b>	<b>4</b>
Transparencia.....	4
Consistencia .....	4
Comparabilidad.....	4
Integridad .....	4
Precisión.....	5
Personal para trabajo de campo del Inventario Carbono+ .....	5
Nomenclatura de las parcelas.....	5
Forma y tamaño de las parcelas de medición Carbono+ .....	9
Punto central.....	10
Variables de medición para almacenes de Carbono.....	13
<b>3. MÉTODOS.....</b>	<b>13</b>
FORMATO 1. Información de la parcela Carbono+ referencia, vegetación menor y combustibles .....	15
A. INFORMACIÓN DE LA PARCELA CARBONO+ .....	15
B. REFERENCIA DE UBICACIÓN DEL CENTRO DE LA PARCELA .....	15
C. REGISTRO DE VEGETACIÓN MENOR Y COBERTURA DEL SUELO (CUADRO DE 1m <sup>2</sup> ) .....	16
D. TRANSECTOS DE COMBUSTIBLES .....	17
FORMATO 2. Registro de información de mantillo y suelo.....	21
A. MUESTREO DE DAP (DENSIDAD APARENTE) EN EL PUNTO 0 POR METODO DEL CILINDRO .....	21
B. PROFUNDIDAD TOTAL DEL SUELO (SITIO DAP) .....	23
C. CAPAS DE HOJARASCA (HO) Y FERMENTACIÓN (F) .....	23
D. LEVANTAMIENTO DE MUESTRAS DE SUELO .....	24

FORMATO 3. Registro de información de herbáceas (1m <sup>2</sup> ).....	25
A. REGISTRO DE PESOS DE BIOMASA DE HERBACEAS.....	25
FORMATO 4. Registro de repoblado/arbustos (círculo 12.56m <sup>2</sup> ) .....	26
A. ARBOLES Y ARBUSTOS .....	26
FORMATO 5. Datos de plantas leñosas (círculo de 400m <sup>2</sup> ).....	27
A. ARBUSTOS CON ALTURA TOTAL $\geq$ 1 m .....	27
B. ÁRBOLES CON DN $\geq$ 7.5 cm.....	29
FORMATO 6. Datos de plantas leñosas (círculo de 1000m <sup>2</sup> ).....	30
A. ÁRBOLES CON DN $\geq$ 20 cm.....	30
FORMATO 7. Muestras de madera para densidad y Dendrocronología (círculo de 400m <sup>2</sup> ).....	30
A. EXTRACCIÓN DE VIRUTAS CON EL TALADRO DE PRESSLER.....	30
FORMATO 8. Tipos funcionales de plantas y Especies .....	31
FORMATO 9. Fotografías para medir cobertura vegetal total de la parcela Carbono+.....	31
A. FOTOGRAFÍAS A ZENIT .....	35
B. FOTOGRAFÍAS A NADIR .....	35
Conclusión de la parcela cuantitativa .....	35
Entrega de inventario de almacenes de Carbono .....	35
<b>4. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>37</b>
<b>5. APÉNDICE 1. COMPENSACIÓN DE ÁNGULO POR DECLINACIÓN MAGNÉTICA .....</b>	<b>39</b>
<b>6. APÉNDICE 2. COMPENSACIÓN DE DISTANCIAS POR PENDIENTES EN EL TRAZO DE LA PARCELA CARBONO+.....</b>	<b>40</b>
<b>7. APÉNDICE 3. FORMATOS DE CAMPO .....</b>	<b>41</b>
<b>8. APÉNDICE 4. CRITERIOS PARA MEDIR EL DIÁMETRO NORMAL .....</b>	<b>54</b>
<b>9. APÉNDICE 5. INVENTARIO CUANTITATIVO PARA COMUNIDADES HIDRÓFILAS.....</b>	<b>57</b>

# LISTA DE CUADROS

<b>CUADRO 1. EQUIPO DE CAMPO POR BRIGADA .....</b>	<b>5</b>
<b>CUADRO 2. ELEMENTOS DEL IDENTIFICADOR DE LA PARCELA DEL INVENTARIO CARBONO+....</b>	<b>6</b>
<b>CUADRO 3. CLAVE DEL ESTADO .....</b>	<b>6</b>
<b>CUADRO 4. CLAVE DE LAS REGIONES .....</b>	<b>6</b>
<b>CUADRO 5. CLAVES DE LOS TIPOS DE VEGETACIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>CUADRO 6. CLAVE DEL TIPO DE PARCELA .....</b>	<b>9</b>
<b>CUADRO 7. MEDICIÓN DE COMBUSTIBLES DE ACUERDO CON SU DIÁMETRO Y TIEMPO DE RETARDO. ....</b>	<b>17</b>
<b>CUADRO 8. CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN DEL GRADO DE PUTREFACCIÓN DEL MATERIAL ORGÁNICO MUERTO DE 1000 HORAS .....</b>	<b>18</b>
<b>CUADRO 9. CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN DEL GRADO DE PUTREFACCIÓN DEL MATERIAL MUERTO DENTRO DE LOS 400M<sup>2</sup> EXCEPTO EN EL ÁREA NORMAL DE TRANSECTOS. ....</b>	<b>18</b>
<b>CUADRO 10. CÓDIGOS PARA EL REGISTRO DEL TIPO DE MANTILLO.....</b>	<b>24</b>
<b>CUADRO 11. TIPOS DE DAÑOS EN ÁRBOLES Y ARBUSTOS VIVOS O CAUSA DE MUERTE. ....</b>	<b>28</b>
<b>CUADRO 12. EJEMPLO DE REGISTRO DE ARBUSTOS EN EL CASO 1 .....</b>	<b>29</b>
<b>CUADRO 13. EJEMPLO DE LLENADO DEL CASO 2 EN EL FORMATO 5 .....</b>	<b>29</b>
<b>CUADRO A2. DISTANCIAS DE COMPENSACIÓN PARA DIFERENTES GRADOS DE PENDIENTE .....</b>	<b>40</b>

# LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. CICLO DEL CARBONO (MIJANGOS, 2015).....	2
FIGURA 2. ALMACENES DE CARBONO EN LAS COMUNIDADES VEGETALES 1 BIOMASA VIVA SOBRE EL SUELO, 2 BIOMASA VIVA POR DEBAJO DEL SUELO [RAÍCES], 3 BIOMASA MUERTA SOBRE EL SUELO, 4 MANTILLO Y 5 SUELO.....	3
FIGURA 3. REGIONES SOCIOECONÓMICAS DE CHIAPAS.....	8
FIGURA 4. PARCELA DE MUESTREO DEL INVENTARIO CARBONO+.....	9
FIGURA 5. EJEMPLO DE LA OBSTACULIZACIÓN EN EL MARCADO DE LAS PARCELAS. ....	10
FIGURA 6. FOTOGRAFÍA DE GPS EN EL PUNTO CENTRAL DE LA PARCELA (01) .....	11
FIGURA 7. DIRECCIONAMIENTO DE LAS CUERDAS QUE DELIMITAN LA PARCELA DESDE EL PUNTO CENTRAL.....	12
FIGURA 8. EFECTO DE LA PENDIENTE EN LA DISTANCIA HORIZONTAL. DISTANCIA HORIZONTAL (A); DISTANCIA MEDIDA SOBRE UN TERRENO CON PENDIENTE (B); DIFERENCIA ENTRE LA DISTANCIA HORIZONTAL Y LA DISTANCIA MEDIDA SOBRE EL TERRENO (C). ....	12
FIGURA 9. COLOCACIÓN DE LAS OCHO CUERDAS PARA LA DELIMITACIÓN DE LA PARCELA ...	13
FIGURA 10. UNIDADES DE MUESTREO DE CARBONO AL INTERIOR DE LA PARCELA CARBONO+14	14
FIGURA 11. FOTOGRAFÍA QUE CORRESPONDE AL CUADRO DE 1M <sup>2</sup> .....	16
FIGURA 12. COMBUSTIBLES CONSIDERADOS EN LA MEDICIÓN .....	19
FIGURA 13. EL COMBUSTIBLE DEBE CRUZAR EL TRANSECTO PARA SER MEDIDO.....	19
FIGURA 14. LOS COMBUSTIBLES CUYO EJE CENTRAL, ESTÁ PARALELO AL TRANSECTO NO SON CONSIDERADOS .....	19
FIGURA 15. FOTOGRAFÍA DE UNA PARCELA DE REGISTRO DE COMBUSTIBLES Y A LA DERECHA EL DIAGRAMA CON LA UBICACIÓN DE LA SEÑAL Y LA CÁMARA. ....	20
FIGURA 16. EJEMPLO DE ETIQUETA DE MUESTRA DE COMBUSTIBLES .....	21
FIGURA 17. FOTOGRAFÍA 05 CORRESPONDE AL PUNTO DAP CUADRO 30*30. ....	22
FIGURA 18. CILINDRO DE METAL PARA LA TOMA DE MUESTRA DE SUELO DEL PUNTO DAP .....	22
FIGURA 19. EJEMPLO DE ETIQUETADO DE LAS MUESTRAS DEL PUNTO DAP .....	22
FIGURA 20. FOTOGRAFÍAS DE LAS UNIDADES DE MUESTREO DE MANTILLO Y SUELO 1 A 8 .....	23
FIGURA 21. ETIQUETADO DE LAS COLECTAS DE CAPA DE HOJARASCA Y HORIZONTE DE FERMENTACIÓN.....	24
FIGURA 22. BARRENOS PARA LA EXTRACCIÓN DE SUELO EN LAS UNIDADES DE MUESTREO 1 A 8. ....	25
FIGURA 23. ETIQUETADO DE LA MUESTRA DE SUELO DE LAS UNIDADES 1 A 8.....	25
FIGURA 24. UBICACIÓN DE LOS CUADROS PARA EL MUESTRO DE HERBÁCEAS.....	26
FIGURA 25. ETIQUETADO DE LAS COLECTAS DE HERBÁCEAS.....	26
FIGURA 26. REGISTRO DE REPOBLADO Y ARBUSTOS AL INTERIOR DEL CÍRCULO 12.56M <sup>2</sup> .....	27
FIGURA 27. REGISTRO DE ÁRBOLES Y ARBUSTOS AL INTERIOR DEL CÍRCULO DE 400M <sup>2</sup> .....	28
FIGURA 28. REGISTRO DE ÁRBOLES ≥ 20 CM .....	30
FIGURA 29. TOMA DE MUESTRA DE MADERA PARA CONTEO DE ANILLOS DE CRECIMIENTO .....	31
FIGURA 30. SITIOS DE CAPTURA DE FOTOGRAFÍAS DIGITALES .....	33
FIGURA 31. CAPTURA DE FOTOGRAFÍAS PARA COMUNIDADES VEGETALES Y USOS DE SUELO CON DOSEL MENOR A 10M .....	33
FIGURA 32. CAPTURA DE FOTOGRAFÍAS PARA COMUNIDADES VEGETALES Y USOS DE SUELO CON DOSEL MAYOR A 10M Y MENOR DE 20M .....	34
FIGURA 33. CAPTURA DE FOTOGRAFÍAS PARA COMUNIDADES VEGETALES Y USOS DE SUELO CON DOSEL MAYOR A 20M .....	34
FIGURA A.1. CÁLCULO DEL ÁNGULO DE CORRECCIÓN ENTRE LOS NORTES MAGNÉTICO Y VERDADERO.....	39

<b>FIGURA A4.1. DETERMINACIÓN DE LA ALTURA DE 1.30M PARA LA MEDICIÓN DEL DIÁMETRO NORMAL DEL ÁRBOL.....</b>	<b>54</b>
<b>FIGURA A4.2. CRITERIOS PARA LA MEDICIÓN DEL DIÁMETRO NORMAL EN ÁRBOLES CON BIFURCACIONES ESPECIALES. ....</b>	<b>55</b>
<b>FIGURA A4.3. CRITERIOS PARA LA MEDICIÓN DEL DIÁMETRO NORMAL EN ÁRBOLES TORCIDOS .....</b>	<b>55</b>
<b>FIGURA A4.4. CRITERIOS PARA LA MEDICIÓN DEL DIÁMETRO NORMAL EN ÁRBOLES CON PROTUBERANCIAS .....</b>	<b>56</b>
<b>FIGURA A4.5. CRITERIOS PARA LA MEDICIÓN DEL DIÁMETRO NORMAL EN ÁRBOLES CON RAMAS O BIFURCADOS AL 1.30M.....</b>	<b>56</b>
<b>FIGURA A4.6. CRITERIOS PARA LA MEDICIÓN DEL DIÁMETRO NORMAL EN ÁRBOLES QUEBRADOS .....</b>	<b>57</b>
<b>FIGURA A5.1. DESCRIPCIÓN DE LA PARCELA CARBONO+ EN COMUNIDADES VEGETALES HIDRÓFILAS. ....</b>	<b>58</b>
<b>FIGURA A5.2. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE UNA PARCELA DE COMUNIDADES HIDRÓFILAS (LÍNEA ROJA) ORIENTADA EN DIFERENTES DIRECCIONES Y SENTIDOS DEL CAUCE (LÍNEA AZUL CIELO). EL AZIMUT (LÍNEA AZUL REY) CORRESPONDE AL ÁNGULO ENTRE EL NORTE Y EL EJE CENTRAL DE LA PARCELA HACIA EL LADO DEL TRANSECTO T1. ....</b>	<b>59</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

El cambio climático se definió en la Convención Marco sobre el Cambio Climático de las Naciones Unidas (CMNUCC) como un cambio del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables (IPCC, 2007).

La alteración en la composición de la atmósfera se debe al incremento de las concentraciones de los gases de efecto invernadero (GEI). Entre los GEI se encuentra el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano, los óxidos de nitrógeno, clorofluorocarburos, el vapor de agua, entre otros. El CO<sub>2</sub> y el vapor de agua están regulados por los ciclos globales del carbono (C) y el ciclo hidrológico respectivamente.

La dinámica de los ecosistemas terrestres depende de las interacciones entre diversos ciclos biogeoquímicos, particularmente el ciclo del C, los ciclos de nutrientes y el ciclo hidrológico, todos los cuales pueden resultar modificados por las actividades humanas. Los sistemas ecológicos de la Tierra, por medio de los cuales el C queda retenido en la biomasa viva, en la materia orgánica en descomposición y en el suelo, desempeñan un papel importante en el ciclo global de C (IPCC, 2007).

En el ciclo del C se establece un balance entre las fuentes de emisión y los almacenes. La circulación del C comienza en la reserva atmosférica (Figura 1). El ciclo del carbono involucra dos procesos: el biológico, en donde este elemento circula entre la materia orgánica mediante la fotosíntesis y la respiración; y el geoquímico, en donde circula en la hidrósfera, atmósfera y litósfera (Jaramillo, 2004).

Se entiende como fuente de carbono al flujo que hay de la biósfera, hidrósfera y litósfera a la atmósfera, es decir, cuando un proceso es capaz de liberar a la atmósfera más carbono del que puede almacenar (Pardos, 2010). Un sumidero es definido por la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, como: cualquier proceso, actividad o mecanismo que absorbe o remueve un GEI, un aerosol o un precursor de un GEI. Los principales sumideros de C son el suelo, los océanos, los bosques tropicales, templados, boreales y los pastizales.

La funcionalidad de los ecosistemas terrestres se ha visto rebasada en los últimos 200 años por un desbalance en el ciclo del C, reflejado en el incremento del CO<sub>2</sub> atmosférico de 280 a 379 partes por millón en 2005. Las causas principales de este incremento son el uso de combustibles fósiles y el cambio en el uso de suelo (IPCC, 2007).

Las actividades humanas han modificado y continúan modificando los flujos naturales del ciclo global de C. Se tiene evidencia que en la década de los noventa aumentaron las emisiones de C a la atmósfera debido al cambio de uso de suelo (Houghton, 2003).

México presenta características propicias para promover la conservación y el manejo de los bosques naturales, la reforestación y el estímulo para la creación de sistemas agroforestales, actividades que se observan como alternativas para mitigar las emisiones de GEI. De acuerdo con Trejo y Hernández (2005), el 69.7 % de la superficie del territorio nacional tiene cobertura vegetal de los cuales el 17.3 % son bosques, el 15.8 % son selvas, el 29.9 % es matorral xerófilo, el 6.3 % es pastizal y el 0.5 % es vegetación hidrófila.

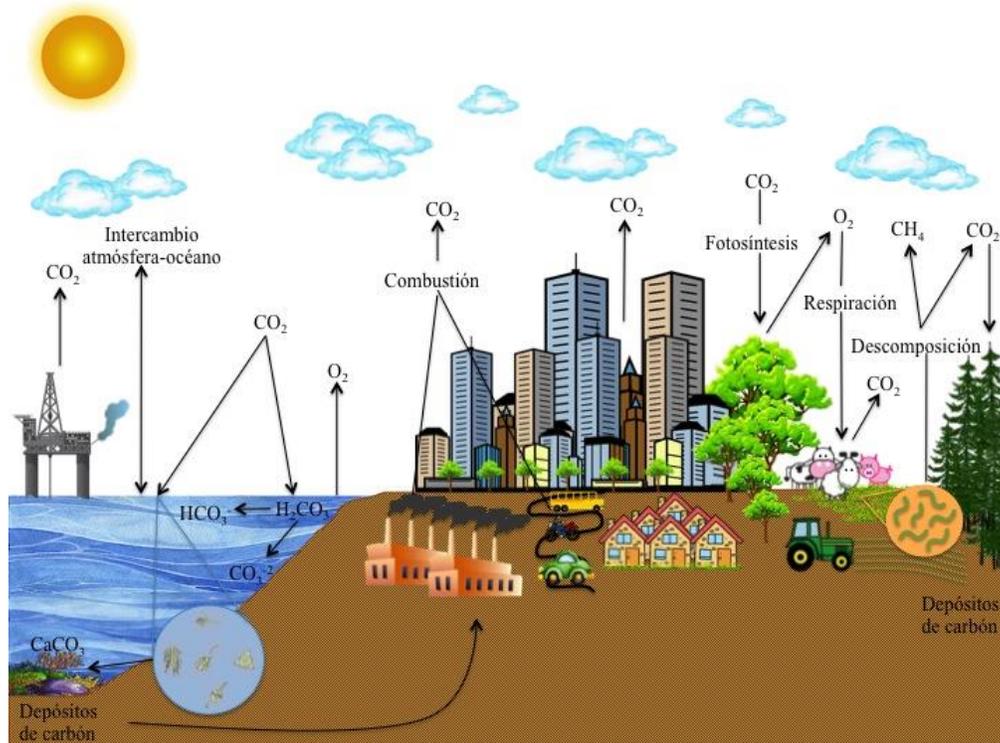


Figura 1. Ciclo del Carbono (Mijangos, 2015)

## Contenido y captura de carbono en la vegetación

El  $\text{CO}_2$  se almacena en la biomasa vegetal, por consiguiente, la vegetación actúa como sumidero de carbono y contribuye a reducir las concentraciones de  $\text{CO}_2$  atmosférico (Brown, 2010). Asimismo, los bosques pueden actuar como fuentes de carbono cuando son perturbados (deforestaciones, incendios, enfermedades, etc.), ya sea de manera natural o por actividades humanas (Rojo et al., 2003; Brown, 2010).

El contenido de carbono es un término que se refiere al carbono almacenado en la biomasa por efecto de la incorporación de este elemento durante la fotosíntesis, por lo tanto, la cantidad de carbono almacenado es proporcional a la biomasa (McPherson, 1998; Aguaron y McPherson, 2012).

Mientras que la captura de carbono corresponde al flujo que va de la atmósfera a la vegetación en una temporada de crecimiento, es decir, la tasa anual de carbono almacenado (McPherson, 1998; Aguaron y McPherson, 2012).

La captura de carbono depende del contenido inicial de carbono, las tasas de crecimiento, la edad y condición del rodal (los individuos jóvenes tienden a retener el carbono a tasas más altas en comparación con los árboles maduros), y la vida útil del árbol (vez que muere el carbono es liberado a la atmósfera) (Andreu et al., 2009; Stoffberg et al., 2010). Asimismo, la cantidad de carbono absorbido y almacenado depende de las condiciones del sitio, de la composición de especies y estructura, clima y manejo, así como entre ecosistemas y tipos de vegetación (Pardos, 2010).

## Almacenes de carbono en las comunidades vegetales

El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) define cinco almacenes de carbono presentes en las comunidades vegetales (Figura 2) (IPCC, 2003).

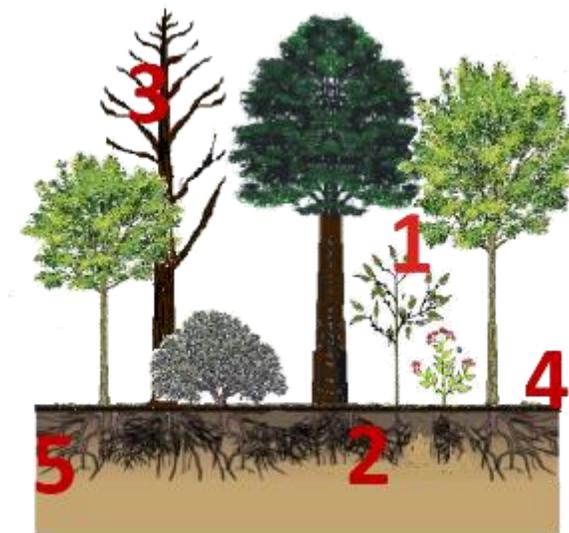


Figura 2. Almacenes de carbono en las comunidades vegetales 1 Biomasa viva sobre el suelo, 2 Biomasa viva por debajo del suelo [raíces], 3 Biomasa muerta sobre el suelo, 4 Mantillo y 5 Suelo.

### 1 Biomasa viva sobre el suelo

Toda la biomasa viva que se encuentra sobre el suelo, con inclusión de tallos, ramas, corteza, semillas y follaje, de árboles, arbustos y herbáceas

### 2 Biomasa viva por debajo del suelo

Toda la biomasa viva de raíces vivas. A veces se excluyen raíces finas de menos de (sugerido) 2 mm de diámetro porque con frecuencia no se pueden distinguir empíricamente de la materia orgánica del suelo o mantillo.

### 3 Biomasa muerta sobre el suelo

Comprende toda la biomasa no viva, no contenida en el mantillo, ya sea en pie, superficial o en el suelo. La madera muerta comprende la que se encuentra en la superficie, raíces muertas y tocones.

#### **4 Mantillo**

Comprende toda la biomasa no viva que yace muerta, en varios estados de descomposición sobre el suelo mineral u orgánico. Comprende las capas de hojarasca y horizonte de fermentación.

#### **5 Suelo**

Comprende el carbono orgánico en suelos minerales y orgánicos (incluida la turba) a una profundidad especificada elegida por el país y aplicada coherentemente mediante las series cronológicas. Las raíces finas vivas se incluyen con la materia orgánica del suelo cuando no pueden distinguirse empíricamente de ella.

## **2. INVENTARIO DE CARBONO+**

El inventario de Carbono+ (carbono plus) incluye la evaluación de servicios ecosistémicos de almacenamiento de carbono, hídrico y biodiversidad de plantas vasculares. El inventario de Carbono+ está orientado a evaluar la dinámica del carbono a través de cronosecuencias siguiendo un gradiente de perturbación. El inventario de Carbono+ propuesto está apegado a los criterios de la CMNUCC para la estimación y reporte de los inventarios de emisiones de GEI:

### **Transparencia**

Todas las hipótesis y metodologías utilizadas en el inventario deben ser explicadas claramente y documentadas de forma apropiada, de tal forma que cualquiera pueda verificar que sean correctas.

### **Consistencia**

Un inventario debe ser internamente consistente en todos sus elementos en relación a los inventarios de otros años. Un inventario es consistente si los mismos conjuntos de datos y metodologías son usados a lo largo del tiempo. Bajo ciertas circunstancias, las estimaciones usando diferente metodologías para diferentes años pueden ser consideradas consistentes si pueden ser calculadas de forma transparente.

### **Comparabilidad**

Las estimaciones de emisiones deben ser comparables entre las partes (países participantes en la CMNUCC). Para este propósito, las partes deben seguir las metodologías y formatos estándares de IPCC (2003).

### **Integridad**

Los estimados deben incluir todas las categorías de uso del suelo acordadas y todos los almacenes de carbono.

## Precisión

Las estimaciones no deben estar arriba o abajo del valor verdadero de tal forma que puedan ser evaluadas y que las incertidumbres puedan ser reducidas cuando eso es práctico. Deben usarse las metodologías apropiadas de acuerdo con las guías de buenas prácticas del IPCC (2003, 2006), para promover que las estimaciones en los inventarios no sean sesgadas y para cuantificar las incertidumbres a fin de mejorar los inventarios futuros.

## Personal para trabajo de campo del Inventario Carbono+

El inventario Carbono+ será desarrollado por una brigada de campo conformada por tres personas, un especialista en levantamientos de Carbono, un especialista en Botánica y un ayudante en general.

La brigada deberá preparar el material previo a la salida de campo (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Equipo de campo por brigada**

Material		
Camioneta	GPS	Brújula y Clinómetro
Minilaptop (160Gb en disco duro y 1Gb en RAM)	Cámara digital réflex con disparador, estuche, bastón y soporte	Disco duro externo de 1 TB con cable USB
Microscopio y lupas	Cámara digital fotográfica con baterías	Reloscopio para árboles y arbustos
Taladro de Pressler, tubo y popotes para muestras	Báscula 5000 g de precisión 1 g y baterías	Cilindro para densidad aparente de 2" de diámetro
Línea de 1.30 m para suelo	Barreno de gusano	Barreno de tubo
Cinta diamétrica de 5 m	Cinta métrica de 5 m	Cinta métrica de 30 m
Marro de acero y pala recta	Vernier de metal con estuche	Regla graduada de metal
Cuadro de PVC de 1m <sup>2</sup> pintado de color naranja	Cuadro de PVC de 30x30 cm pintado de color naranja	Set de tubos y triángulo para fotografías
Prensas botánicas y piola	Tijeras para colecta de especies	Estufa de secado
Cuerda compensada de 25 m	Varillas permanentes	Varillas con banderas de colores y estacas de madera
Tablas numeradas y listones	Machete, serrucho, espátula con mango y lima de metal	Formatos cuantitativos y semicuantitativos (por juego)
Mochila de campo	Tabla de apoyo	Etiquetas preimpresas
Bolsas de plástico de 15x20 cm, 20x30 cm, 50x70 cm y 1m	Cintas masking-tape y diurex	Marcador permanente negro, lápices y sacapuntas

## Nomenclatura de las parcelas

Las parcelas serán nombradas con un identificador único, construido a partir de claves similares para todas las parcelas. El identificador está conformado por doce elementos (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Elementos del identificador de la parcela del Inventario Carbono+**

ESTADO	REGIÓN	TIPO DE VEGETACIÓN			PARCELA			TIPO		

El identificador se escribe de izquierda a derecha; los dos primeros dígitos corresponden al Estado. De conformidad con el Catálogo Único de Claves de Áreas Geoestadísticas Estatales, Municipales y Localidades del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) (Cuadro 3).

**Cuadro 3. Clave del Estado**

Clave	Estado
0 7	Chiapas

Los siguientes dos dígitos corresponden a la región. El Estado de Chiapas considera 15 regiones socioeconómicas propuestas por el CEIEG, Gobierno del Estado (ver Cuadro 4 y Figura 3).

**Cuadro 4. Clave de las Regiones**

Clave	Región
0 1	Metropolitana
0 2	Valles Zoque
0 3	Mezcalapa
0 4	De Los Llanos
0 5	Altos Tsotsil Tseltal
0 6	Frailesca
0 7	De Los Bosques
0 8	Norte
0 9	Istmo Costa
1 0	Soconusco
1 1	Sierra Mariscal
1 2	Selva Lacandona
1 3	Maya
1 4	Tulijá Tseltal Chol
1 5	Meseta Comiteca Tojolabal

Los siguientes tres dígitos corresponden al tipo de vegetación. El primer dígito es la clave de Estratificación para el Inventario Nacional Forestal y de Suelos (INFyS) de CONAFOR. Los siguientes dos corresponden a la clave de Clases de Uso del Suelo y Vegetación del INEGI. Se incluyeron otros usos de suelo no considerados en la clasificación señalada (Cuadro 5).

**Cuadro 5. Claves de los tipos de vegetación**

Estratificación para el INFyS 2004–2009			Clases de Uso del Suelo y Vegetación del INEGI		
Clave	Nombre		Clave	Nombre	
1	Bosque		0 1	Bosque de ayarín	
			0 2	Bosque de cedro	
			0 3	Bosque de oyamel	
			0 4	Bosque de pino	
			0 5	Bosque de pino-encino	
			0 6	Bosque de encino	
			0 7	Bosque de encino - pino	
			0 8	Bosque mesófilo de montaña	
			0 9	Bosque de galería	
			1 0	Bosque cultivado	
			1 1	Bosque inducido	
2	Selva		1 2	Selva alta perennifolia	
			1 3	Selva alta subperennifolia	
			1 4	Selva mediana perennifolia	
			1 5	Selva mediana subperennifolia	
			1 6	Selva baja perennifolia	
			1 7	Selva mediana subcaducifolia	
			1 8	Selva baja subcaducifolia	
			1 9	Selva mediana caducifolia	
			2 0	Selva baja caducifolia	
			2 1	Selva baja espinosa	
			2 2	Selva baja subperennifolia	
			2 3	Selva de galería	
			2 4	Petén	
		3	Comunidades semiáridas	áridas y	2 5
2 6	Bosque de táscate				
2 7	Matorral subtropical				
2 8	Mezquital (MKE)				
2 9	Mezquital (MK)				
3 0	Matorral submontano				
3 1	Matorral espinosos tamaulipeco				
3 2	Matorral sarcocaula				
3 3	Matorral sarco-crasicaule				
3 4	Matorral sarco-crasicaule de neblina				
3 5	Chaparral				
3 6	Mezquital (MKX)				
3 7	Matorral crasicaule				
3 8	Matorral desértico micrófilo				
3 9	Matorral desértico rosetófilo				
4 0	Matorral rosetófilo costero				
4 1	Vegetación de desierto arenosos				
4 2	Vegetación de dunas costeras				
4 3	Vegetación gipsófila				
4 4	Vegetación halófila				
4 5	Vegetación halófila hidrófila				
4 6	Vegetación de galería				
4	Manglar		4 7	Manglar	

Cuadro 5 Continuación...

Estratificación para el INFyS 2004–2009		Clases de Uso del Suelo y Vegetación del INEGI	
Clave	Nombre	Clave	Nombre
5	Palmar	4 8	Palmar natural
		4 9	Palmar inducido
6	Comunidades subacuáticas	5 0	Popal
		5 1	Tular
7	Agricultura	5 2	Agricultura de temporal
		5 3	Agricultura de riego
		5 4	Agricultura de humedad
		5 5	Agricultura nómada
		5 6	Plantaciones de frutales
		5 7	Pastizal natural
8	Pastizales	5 8	Pastizal halófilo
		5 9	Pastizal gipsófilo
		6 0	Pastizal de alta montaña(zacatonal alpino)
		6 1	Pastizal inducido
		6 2	Pastizal cultivado
		6 3	Vegetación sabanoide
9	Sin vegetación	6 4	Sabana
		6 5	Áreas sin vegetación aparente (dunas continentales, erosión)
		6 6	Áreas desprovistas de vegetación (efecto humano)
		6 7	Urbano

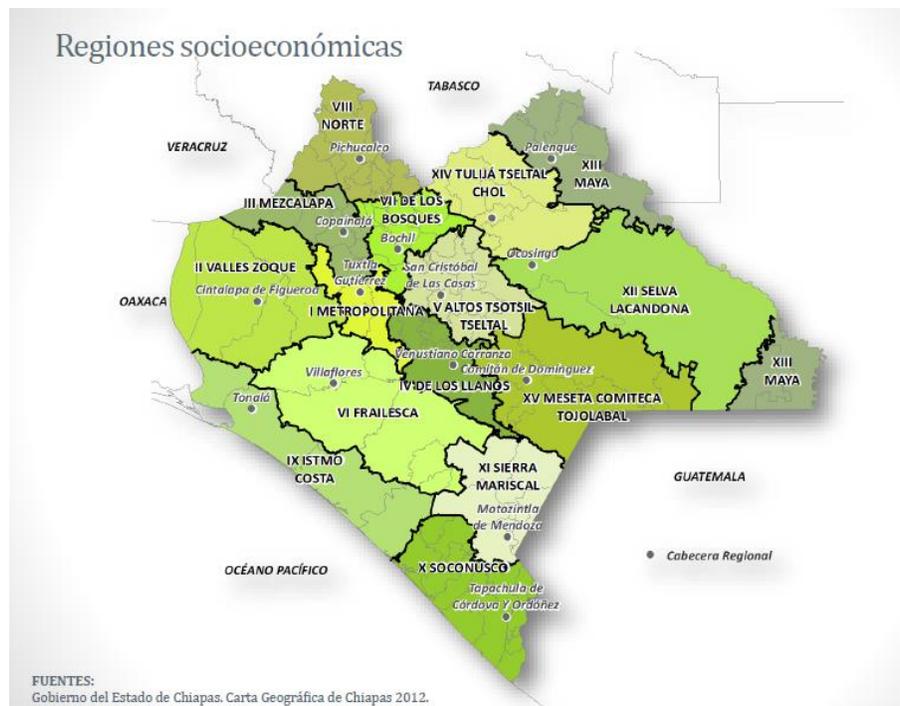


Figura 3. Regiones socioeconómicas de Chiapas.

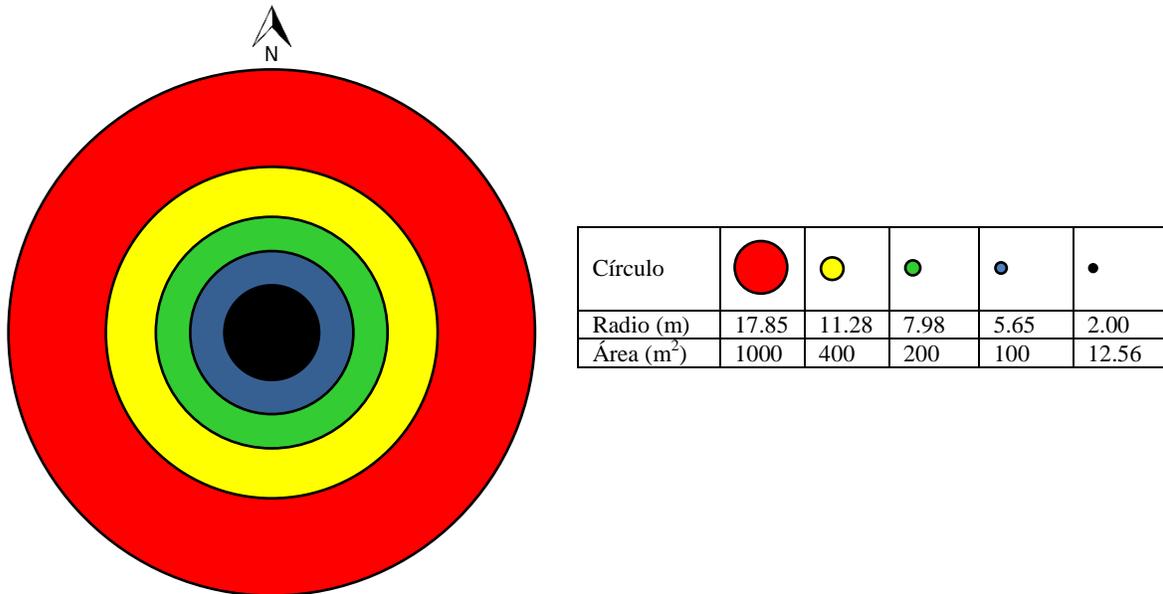
Los siguientes cuatro dígitos corresponden al número de la parcela, este tendrá que ser consecutivo para cada región (0001, 0002, 0003....). El último cuadro corresponde al tipo de parcela (Cuadro 6).

**Cuadro 6. Clave del tipo de parcela**

Clave	Tipo de parcela
C	Cuantitativa
S	Semicuantitativa

## Forma y tamaño de las parcelas de medición Carbono+

La parcela de medición en el Inventario Carbono+ es de forma circular. Cubre una superficie de 1000m<sup>2</sup>. Está conformada a su vez por cinco círculos concéntricos. En la Figura 4 se presenta la parcela Carbono+.



**Figura 4. Parcela de muestreo del Inventario Carbono+**

El círculo rojo cubre la superficie total de la parcela (1000 m<sup>2</sup>), el radio del círculo mide 17.85m, este círculo será utilizado en los inventarios de Carbono, Biodiversidad. El círculo amarillo cubre una superficie de 400m<sup>2</sup>, el radio del círculo mide 11.28m y será utilizado en los inventarios de Carbono y Biodiversidad. El círculo verde abarca un área de 200m<sup>2</sup>, el radio mide 7.98m, será utilizado para el inventario de Biodiversidad. El círculo azul cubre una superficie de 100m<sup>2</sup>, su radio mide 5.6m, será utilizado para el inventario de Biodiversidad. El círculo negro abarca un área de 2m<sup>2</sup>, tiene un radio de 1.8m y será utilizado en el inventario de Carbono y Biodiversidad.

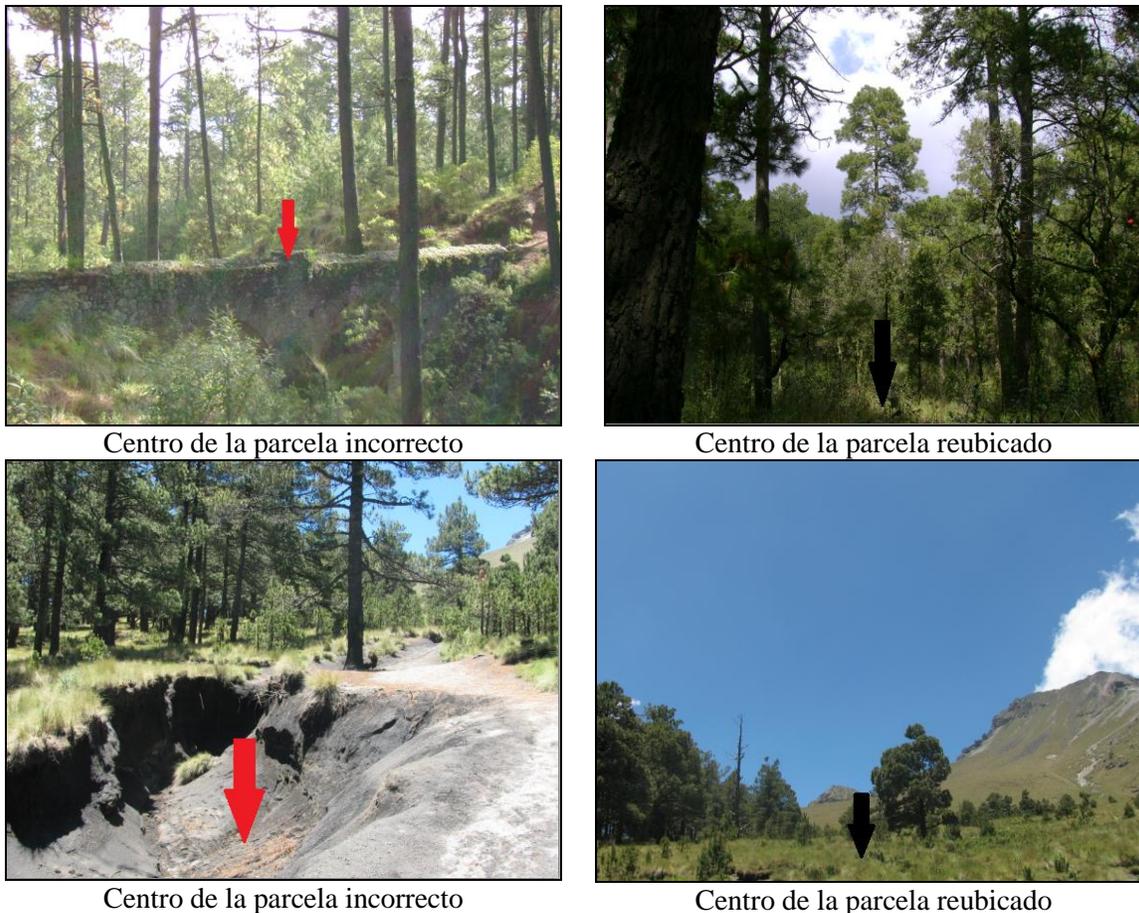
## Punto central

El GPS se configura con tipo de coordenadas UTM y datum WGS84. La brigada deberá cargar previamente la coordenada al GPS, también es necesario que se apoye en material cartográfico.

Se deberá guiar al punto central de cada parcela de muestreo y acercarse lo más posible, teniendo en cuenta dos requisitos básicos:

- a) localizar la perturbación mínima (o perturbación extrema del paisaje en algunos casos)
- b) que no existan construcciones o vías de comunicación a menos de 600m de las parcelas.

Es probable que al tratar de ubicar el punto central exista algún obstáculo (cuerpo de agua, barranca, roca o árbol de gran tamaño, etc.) a un grado tal que imposibilite el ingreso para la toma de mediciones, el punto debe reubicarse (Figura 5).



**Figura 5. Ejemplo de la obstaculización en el marcado de las parcelas.**

La reubicación del punto central debe reportarse. Se recomienda que se ubique donde las condiciones topográficas no interfieran con la señal de los GPS, a efecto de tomar con la mayor exactitud las lecturas de longitud y latitud.

Una vez ubicado el punto central se captura una fotografía con la cámara digital del equipo GPS en la que aparezca claramente la carátula del mismo con los datos de ubicación y la condición de la vegetación de fondo. Esta fotografía será nombrada con el identificador de la parcela y el sufijo 01 (Figura 6).



**Figura 6. Fotografía de GPS en el punto central de la parcela (01)**

Al mismo tiempo se coloca la varilla metálica de por lo menos 30cm de longitud por 2.5cm de diámetro en el centro de la parcela, con el apoyo de una estaca de madera para una mejor visualización del centro de la parcela.

Las cuerdas tendrán un metro extra, a fin de que sirva para atar la cuerda a la estaca del punto central de la parcela. La primera de las cuerdas se tira hacia el Norte geográfico (de preferencia la cuerda roja).

El Apéndice 1 explica el proceso de compensación por declinación magnética, debido a que las brújulas están orientadas al norte magnético y el norte útil en los procesos de análisis cartográfico es el norte verdadero.

Una persona se encargará de dirigir desde el centro, el tendido de las cuerdas que delimitarán la parcela (Figura 7).



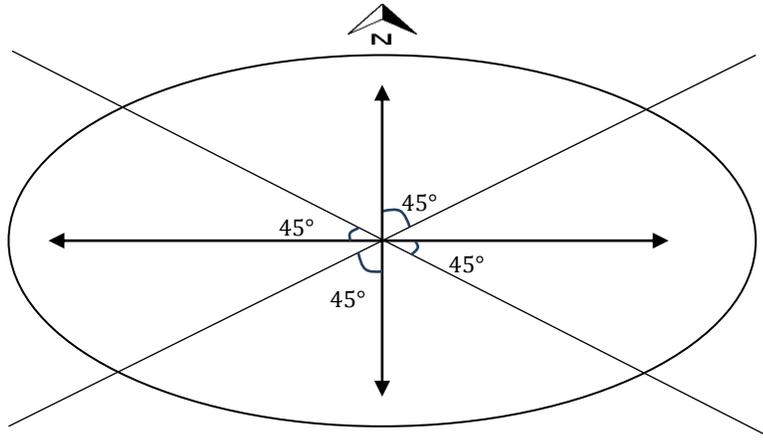
**Figura 7. Direccionamiento de las cuerdas que delimitan la parcela desde el punto central**

La distancia horizontal se ve afectada por la pendiente, por ello es necesario cada vez que se extiende un lazo es necesario hacer la compensación de pendiente descrita en el Apéndice 2 (Figura 8).



**Figura 8. Efecto de la pendiente en la distancia horizontal. Distancia horizontal (a); distancia medida sobre un terreno con pendiente (b); diferencia entre la distancia horizontal y la distancia medida sobre el terreno (c).**

Las cuerdas deben estar separadas por  $45^\circ$ , para ello se utilizará la brújula. Se extiende la segunda cuerda a  $180^\circ$  con respecto a la primera. La tercera y cuarta cuerdas se extienden a  $90^\circ$  de las cuerdas 1 y 2. Las siguientes cuatro cuerdas se extienden a  $45^\circ$  de las cuerdas 1 a 4 (Figura 9). Después se colocan las banderas que delimitan las parcelas y transectos.



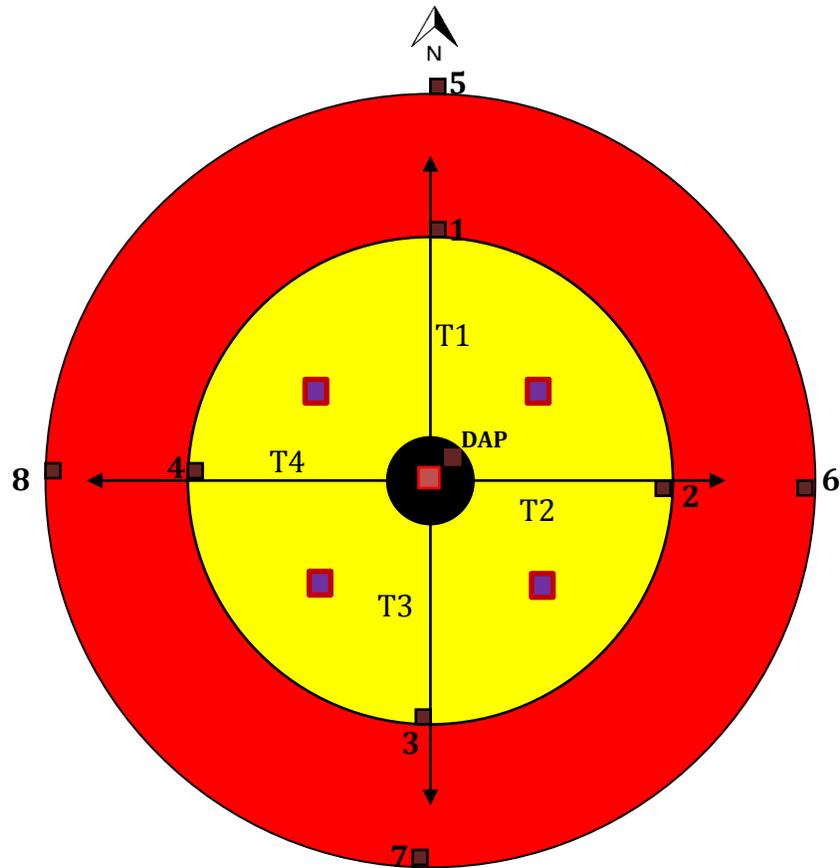
**Figura 9. Colocación de las ocho cuerdas para la delimitación de la parcela**

## VARIABLES DE MEDICIÓN PARA ALMACENES DE CARBONO

La parcela Carbono+, incluirá otras unidades de muestreo y transectos como indica la Figura 10 con el objetivo de evaluar los almacenes de carbono descritos en la Introducción.

## 3. MÉTODOS

El registro de datos se explicará a continuación de conformidad con el orden en que aparecen en el formato de campo: Carbono+ Inventario de Carbono Cuantitativo (Apéndice 3).



Círculo	Color			
	Radio (m)	17.85	11.28	2.00
	Área (m <sup>2</sup> )	1000	400	12.56
	Almacén de Carbono	Árboles con DN mayor a 20cm. Sólo en el área entre círculos.	Árboles con DN mayor a 7.5cm y arbustos.	Renuevos de árboles y arbustos con DN <7.5cm y altura >= 50cm.
Cuadro	Color			
	Largo m	1	1	0.30
	Área (m <sup>2</sup> )	1	1	0.09
	Almacén de Carbono	Hierbas, helechos, musgos y líquenes	Herbáceas	Mantillo y suelo
Transecto	Símbolo	 T1		
	Largo (m)	15		
	Almacén de Carbono	Biomasa muerta sobre el suelo (combustibles)		

Figura 10. Unidades de muestreo de Carbono al interior de la parcela Carbono+

## FORMATO 1. Información de la parcela Carbono+ referencia, vegetación menor y combustibles

### A. INFORMACIÓN DE LA PARCELA CARBONO+

Se registra el identificador de la parcela Carbono+, se indica que es tipo C (cuantitativo).

Identificador Carbono+	1	5	0	7	1	0	5	0	0	2	1	C
	ESTADO	REGIÓN		TIPO DE VEGETACIÓN			PARCELA		TIPO			

El análisis de transiciones entre vegetación conservada y secundaria requiere una descripción más precisa de la estructura de la vegetación. Por esta razón en las parcelas de FASE 2 y 3 se indicará el estrato dominante, que podrá ser arbóreo, arbustivo o herbáceo, de acuerdo con lo observado por el Especialista en Botánica de la brigada.

Si se evalúa una parcela con tres árboles de pino y pastizal con zonas aledañas de bosque de pino. En este caso se trata de Vegetación secundaria de Bosque de Pino con dominancia del estrato Herbáceo.

Durante el levantamiento de las FASE 1 y 2 estrato dominante se indicará encima de las casillas de tipo de vegetación del formato 1 con la palabra "arbóreo", "arbustivo" o "herbáceo" según corresponda

	<b>herbáceo</b>											
Identificador Carbono+	0	7	0	7	1	0	4	0	0	2	1	C
	ESTADO	REGIÓN		TIPO DE VEGETACIÓN			PARCELA		TIPO			

### B. REFERENCIA DE UBICACIÓN DEL CENTRO DE LA PARCELA

Se registran las coordenadas del punto central de la parcela Carbono+: UTM, latitud, longitud, PDOP, pendiente general y altitud de la parcela Carbono+. En el caso de que se haya establecido una parcela en vegetación hidrófila de tipo ripario, se registra el ancho (m), largo (m) y azimut (0 a 360°) de la parcela.

Cuando la parcela no quepa en la zona de muestreo (i.e. un potrero angosto o parcela de cultivo [3a FASE]), se utilizará el tipo de muestreo para vegetación riparia, es decir, la parcela tendrá forma rectangular (100\*10m) de acuerdo con el método que se describe en el Apéndice 5.

Posteriormente se registra la clave original y renombrada de la 1ª foto, correspondiente al GPS. Esta foto se renombra con los doce elementos del identificador y el sufijo 01. Por ejemplo 07071050021C01.

## C. REGISTRO DE VEGETACIÓN MENOR Y COBERTURA DEL SUELO (CUADRO DE 1m<sup>2</sup>)

Esta evaluación debe efectuarse **antes de que la brigada pise el Cuadro de 1m<sup>2</sup>**

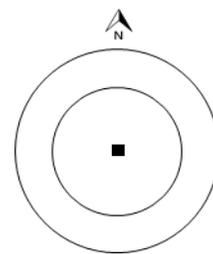
Se arma el cuadrado con los tubos de PVC. El Cuadro de 1m<sup>2</sup> se tira dejando en el centro la varilla y/o estaca de referencia del punto central. En este cuadro se registra la cobertura de vegetación menor y la cobertura del suelo.

Una vez establecido el Cuadro de 1m<sup>2</sup>, se captura la 2<sup>a</sup> fotografía con la cámara digital, a nadir elevando la cámara a 1.5m de altura, de tal manera que el cuadrado quede registrado, ver Figura 11.

Se registra el nombre original y el renombre que es por ejemplo **07071050021C02**, en el formato. Las imágenes que se obtengan serán procesadas posteriormente para obtener porcentajes de cobertura de la vegetación menor.

Posteriormente se registra la información sobre la cobertura en el Cuadro de 1m<sup>2</sup> por gramíneas, helechos, musgos, líquenes y hierbas.

Así mismo se describe la cobertura de los elementos que cubren la superficie del suelo en el Cuadro de 1m<sup>2</sup>: roca, suelo desnudo, gravas y piedras, hojarasca, vegetación menor y otros como basura o ramas caídas.



**Figura 11. Fotografía que corresponde al Cuadro de 1m<sup>2</sup>.**

El Especialista en Botánica estimará los porcentajes de la vegetación menor.

## D. TRANSECTOS DE COMBUSTIBLES

La información se levanta en los transectos ubicados en los puntos cardinales Norte, Este, Sur y Oeste (T1, T2, T3 y T4, respectivamente) de la parcela.

### 1. Medición de combustibles

Se efectúa recorriendo el transecto hacia la orientación de la línea de muestreo, las variables que se levantan por transecto son las siguientes:

1. Pendiente por transecto considerando como punto inicial el centro de sitio y como punto final el extremo del transecto.
2. Frecuencia de material orgánico muerto leñoso caído (combustibles) de 100hrs, para los materiales de 1000 horas, se medirán los diámetros de las piezas leñosas y el grado de putrefacción, para ambos casos la frecuencia de intersecciones se medirá del centro de sitio hasta los 15m.
3. Frecuencia de material orgánico muerto leñoso caído de 1 y 10hrs en los últimos 5m del transecto.
4. Fotografías en los transectos 1 y 3.

El registro de los combustibles se realiza con base en la información de los Cuadros 7, 8 y 9.

**Cuadro 7. Medición de combustibles de acuerdo con su diámetro y tiempo de retardo.**

Categoría	Diámetro (cm)	Tiempo de retardo	Medición en el transecto
Finos	0-0.5	1 hora	10 a 15 metros
Regulares	0.51-2.5	10 horas	10 a 15 metros
Medianos	2.51-7.5	100 horas	0 a 15 metros
Gruesos	>7.5	1000 horas	0 a 15 metros

### Reglas para el conteo de piezas leñosas

La medición de los combustibles forestales se efectúa de acuerdo con las reglas de conteo de las piezas intersectadas según Brown (1974):

1. La medición incluye todos los combustibles leñosos muertos que provienen de árboles y arbustos y que se encuentran sobre el suelo de un bosque (ej. ramas y troncos) y que se hallan separados de la fuente original de crecimiento.

Las ramas muertas que están unidas a un tronco muerto en pie, los conos, corteza, hojas, pastos y hierbas no son considerados en esta medición.

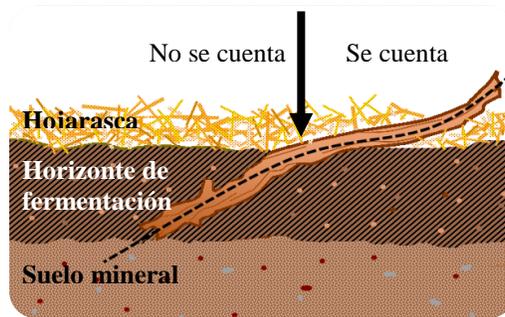
**Cuadro 8. Criterios de clasificación del grado de putrefacción del material orgánico muerto de 1000 horas**

Características del tronco	Grado de putrefacción de troncos grandes(>7.5 cm; 1000-hr)				
	1	2	3	4	5
Corteza	intacta	intacta	la corteza se está cayendo o ausente	separada o ausente	separada o ausente
Acículas/Hojas	presentes	ausentes	ausentes	ausentes	ausentes
Ramas	ramas finas presentes	ramas largas presentes, sistema de ramas entero	ramas grandes presentes	ramas grandes presentes, pero muy reducidas	separada o se remueven fácilmente del tronco
Integridad estructural	dura	dura	la mayor parte dura, pero comienza a pudrirse	la mayor parte podrida, el centro con frecuencia se mantiene duro	completamente podrido, puede tener algunas pequeñas secciones duras
Forma	circular	circular	circular	circular para oval	oval para indefinida

**Cuadro 9. Criterios de clasificación del grado de putrefacción del material muerto dentro de los 400m<sup>2</sup> excepto en el área normal de transectos.**

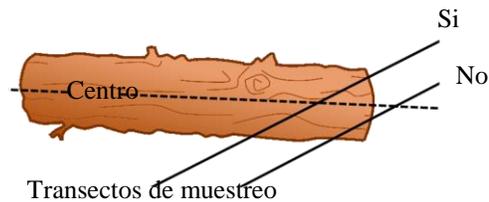
Características del tronco	Grado de putrefacción de troncos grandes(>7.5 cm ; 1000-hr)		
	a	b	c
Corteza	intacta	la corteza se está cayendo o ausente	separada o ausente
Acículas/Hojas	presentes o ausentes	ausentes	ausentes
Ramas	ramas finas o largas presentes o ausentes, sistema de ramas entero	ramas grandes presentes	ramas grandes presentes, pero muy reducidas y que están separadas o se remueven fácilmente del tronco
Integridad estructural	dura	la mayor parte dura, pero comienza a pudrirse	la mayor parte podrida, el centro con frecuencia se mantiene duro en ocasiones completamente podrido con algunas pequeñas secciones duras
Forma	circular	circular	circular para oval, en algunos casos oval para indefinida

2. Las combustibles solo son contados cuando el eje central está sobre la capa de fermentación (lado derecho de la flecha) (Figura 12).



**Figura 12. Combustibles considerados en la medición**

3. La línea de muestreo debe cruzar el eje central del combustible para ser medido (Figura 13).



**Figura 13. El combustible debe cruzar el transecto para ser medido**

4. Si la línea de muestreo coincide con el eje central del combustible, la pieza no es contada (Figura 14).



**Figura 14. Los combustibles cuyo eje central, está paralelo al transecto no son considerados**

5. Se miden todas las secciones que intersecta la línea de muestreo en una pieza curvada.
6. Se miden las astillas y trozas que quedan después de un aprovechamiento. Debido a su estructura estos componentes se tienen que visualizar en forma cilíndrica para determinar la clase de tamaño o medir el diámetro.
7. Se miden los tocones que no estén enraizados y raíces que no estén cubiertas por tierra. Para medirlos se deben considerar como combustibles individuales o raíces individuales.
8. Las trozas muy podridas que están despedazadas y ya perdieron la estructura original, se construyen visualmente la forma cilíndrica y se estima el diámetro.
9. Es importante observar arriba del suelo cuando se está realizando el muestreo ya que el material puede ser medido hasta los 2 m de altura.

## 2. Registro de fotografías de estructura y composición de la parcela

Se deben tomar dos fotografías en los transectos de combustibles 1 y 3. La primera desde el Norte al punto central de la parcela y otra desde el sur al punto central; se recomienda alinear la cámara poniéndola a 20m del centro de la parcela de muestreo, y a 10m poner el señalizador de escala (Figura 15).



**Figura 15. Fotografía de una parcela de registro de combustibles y a la derecha el diagrama con la ubicación de la señal y la cámara.**

La fotografía 03 del Transecto 1 desde el Norte al centro de la parcela, se registra nombre original y el renombre que es por ejemplo 07071050021C03.

La fotografía 04 del Transecto 3 desde el Sur al punto central, se registra nombre original y el renombre que es por ejemplo 07071050021C04.

La señal de escala consiste en un tubo de PVC de 1 a 2 pulgadas de diámetro con una altura de 1.5m, dicho tubo está marcado cada diez centímetros (10cm de color negro y 10cm en blanco), tiene sujeto en la parte superior del señalador una tabla de 40x40cm de color blanco con un triángulo equilátero de 30cm por lado, el grueso de la línea es de 3cm de ancho de color negro. La señal se sujeta al suelo con una varilla o estaca.

## 3. Registro de combustibles en el círculo de 400 m<sup>2</sup>, excepto el área de transectos

Se obtendrán muestras de material muerto en diferente grado de putrefacción dentro del círculo de 400m<sup>2</sup>, **excepto en el área de transectos de combustibles.**

Se colectaran tres muestras representativas que correspondan a tres diferentes grados de putrefacción. El grado “a” corresponde a los grados de putrefacción (1 y 2), el grado “b” corresponde al grado de putrefacción (3) y el grado “c” corresponde a los grados de putrefacción (4 y 5).

Las muestras de combustibles se etiquetan con una M (Muestra de material muerto) y se indica el grado de putrefacción (a, b, c). Se anota el peso fresco de cada muestra (gr) para enviarse al laboratorio (Figura 16).



Figura 16. Ejemplo de etiqueta de muestra de combustibles

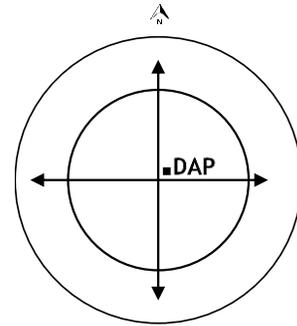
## FORMATO 2. Registro de información de mantillo y suelo

### A. MUESTREO DE DAP (DENSIDAD APARENTE) EN EL PUNTO 0 POR METODO DEL CILINDRO

El punto 0 se ubica a 1.5m de distancia del centro del sitio hacia la esquina noreste (45°). En caso que exista un obstáculo se podrá mover a una distancia de +/-30cm. Se ubica el cuadro de 30\*30cm y se capturará la fotografía 05 a 1.5m a nadir, se registra nombre original y el renombre que es por ejemplo 07071050021C05 (Figura 17).

Se medirá con la regla de metal la profundidad de la capa de hojarasca y el horizonte de fermentación. Se hará una extracción capa por capa con ayuda de espátulas rectangulares y se registrará el peso (gr).

Posteriormente se limpiará la superficie del suelo de la fracción vegetal que no esté enraizada al suelo (30\*30cm). Para tomar la muestra de suelo se utilizará un cilindro recto de material no deformable con diámetro mínimo uniforme de 2 pulgadas, donde debe indicarse la profundidad efectiva de muestreo (cm). (Figura 18).



**Figura 17. Fotografía 05 corresponde al punto DAP cuadro 30\*30.**



**Figura 18. Cilindro de metal para la toma de muestra de suelo del punto DAP**

Se emplea una bolsa de plástico de peso conocido de 20\*30cm. La etiqueta se compone del identificador de la parcela, más la clave DAP (-D) (Figura 19).



**Figura 19. Ejemplo de etiquetado de las muestras del punto DAP**

## B. PROFUNDIDAD TOTAL DEL SUELO (SITIO DAP)

La profundidad total de la parcela se medirá con el **barreno de varilla** que se introduce en el suelo en un solo esfuerzo en la esquina noreste del sitio DAP. Se registra la profundidad efectiva del suelo (con ayuda del flexómetro). En el caso de no haber llegado a la roca madre se registre mayor a un metro (>1m).

## C. CAPAS DE HOJARASCA (HO) Y FERMENTACIÓN (F)

Fotografías cuadros 1 a 8 (mantillo y suelo)

Se obtendrán fotografías digitales a nadir, de los cuadros de (30\*30 cm) 1 a 8, para estimar la cobertura aérea del mantillo en gabinete y revisar posteriormente los resultados de laboratorio contra las estimaciones de carbono (Figura 20).

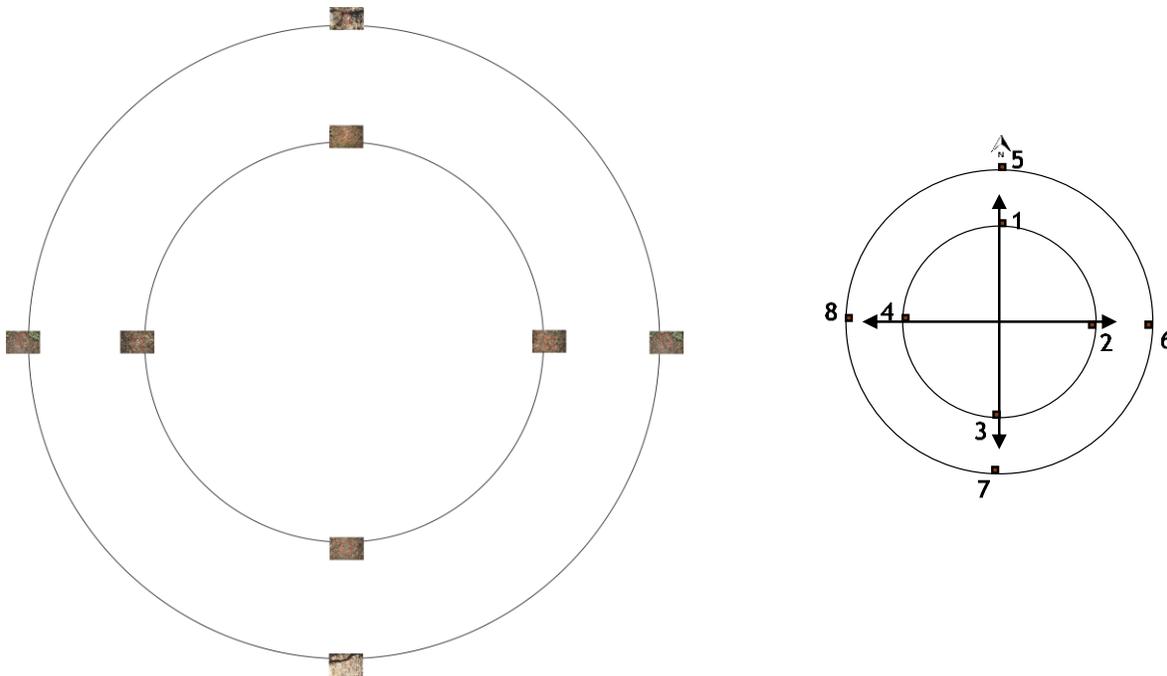


Figura 20. Fotografías de las unidades de muestreo de mantillo y suelo 1 a 8

### Toma de muestras de mantillo

Se obtienen las muestras de la capa de hojarasca para los puntos 1 al 4 y posteriormente para los puntos 5 al 8. En cada una de las muestras, por separado, se registra el tipo de mantillo de conformidad con el Cuadro 10.

La capa de hojarasca es medida en profundidad con una regla y se registra el espesor (mm), se extrae y deposita en una bolsa de plástico y se registra el peso total de la muestra (gr). Después se extrae el horizonte de fermentación se registra el espesor (mm), se extrae y deposita en una bolsa de plástico y se registra el peso total de la muestra (gr).

**Cuadro 10. Códigos para el registro del tipo de mantillo**

Código	Tipo	Código	Tipo
HP	de pino	CO	Corteza
HL	de latifoliadas	RD	Roca desnuda
HA	de <i>Abies</i>	MU	Musgo
MP	Madera putrefacta	OS	*Otros fustes, tocones, basura, etc.
NC	No contiene		

Las muestras colectadas en las unidades 1 a 8 son etiquetadas en campo. Se escribe el identificador de parcela, la clave del tipo de dato (-H, -F) y el número de punto de colecta 1 a 8, se indica el peso registrado en campo (gr) (Figuras 21).



**Figura 21. Etiquetado de las colectas de capa de hojarasca y horizonte de fermentación**

#### **D. LEVANTAMIENTO DE MUESTRAS DE SUELO**

Se efectúa la extracción de suelo en las unidades de muestreo 1 a 8. Para ello se limpia la superficie, en un solo esfuerzo y de forma vertical se introduce el barreno de tubo de una pulgada de diámetro y un largo de 30 cm. En cada una de las ocho muestras se registra la profundidad efectiva (cm).

Cuando las condiciones del suelo no permitan la funcionalidad del barreno de tubo, se utiliza el barreno de gusano de tres pulgadas de diámetro (se debe escribir el barreno utilizado en las observaciones) (Figura 22).

Cualquiera que sea el método de extracción de suelo, después de medir la profundidad se deposita la muestra de suelo en una bolsa de plástico de peso conocido de 20\*30cm, con la menor cantidad de movimientos horizontales a fin de conservar la muestra íntegra.

La muestra de suelo se etiqueta en campo con el identificador de parcela, más la clave del tipo de dato (-S), más el número de punto de la muestra (Figura 23). Se registra el peso total de la muestra (gr).



Figura 22. Barrenos para la extracción de suelo en las unidades de muestreo 1 a 8.

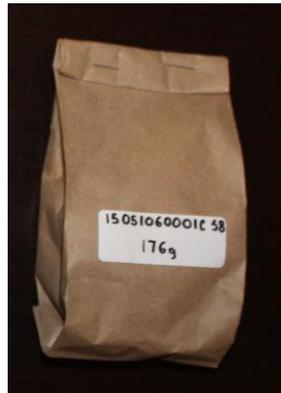


Figura 23. Etiquetado de la muestra de suelo de las unidades 1 a 8

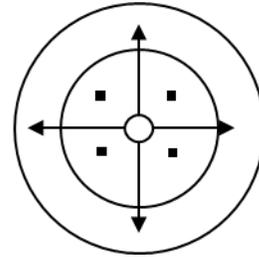
Las muestras una vez colectadas deberán ventilarse en el campamento hasta que sean reunidas por el equipo coordinador.

### FORMATO 3. Registro de información de herbáceas (1m<sup>2</sup>)

#### A. REGISTRO DE PESOS DE BIOMASA DE HERBACEAS

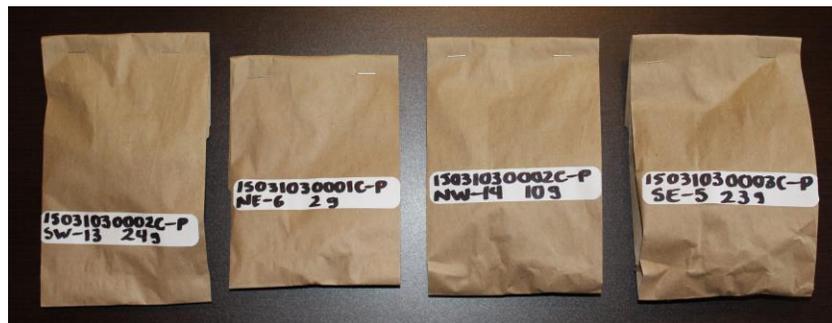
El levantamiento de las muestras del estrato herbáceo se efectúa en cada cuadrante delimitado por los transectos de combustibles. Al interior de la parcela de 400m<sup>2</sup> se coloca un cuadro de muestreo naranja de 1\*1m en un lugar representativo del estrato herbáceo en cada cuadrante (NE, SE, SO y NO) (Figura 24).

Al interior del cuadro se cortarán a ras del suelo todas las plantas herbáceas y se separarán por especie, con la verificación del Especialista en Botánica. Posteriormente por especie se colocarán en una bolsa de plástico y se pesarán. Únicamente en el caso de que el peso fresco de una especie supere 500gr, se dividirá la muestra hasta que sea igual a 500gr.



**Figura 24. Ubicación de los cuadros para el muestro de herbáceas.**

Las colectas de herbáceas deben de ser pesadas y etiquetadas en campo. En la etiqueta se escribe el identificador de la parcela y el sufijo -P, que hace referencia a la muestra de herbáceas. Se registra el peso en gramos (Figura 25).



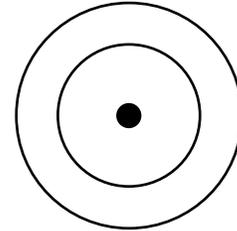
**Figura 25. Etiquetado de las colectas de herbáceas.**

El Especialista en Botánica indicará los nombres científicos de las herbáceas o en su caso el número de colecta.

## **FORMATO 4. Registro de repoblado/arbustos (círculo 12.56m<sup>2</sup>)**

### **A. ARBOLES Y ARBUSTOS**

Al interior de la parcela circular de 12.56m<sup>2</sup> se registrará información de los árboles con un diámetro normal menor a 7.5cm y mayores a 50 cm de altura y los arbustos con alturas menores a 1m (Figura 26).



**Figura 26. Registro de repoblado y arbustos al interior del círculo 12.56m<sup>2</sup>**

La medición del diámetro normal debe de efectuarse de conformidad con el Apéndice 4

Los datos por recabar son nombre científico, número de individuos por edad o categoría de altura (árboles y arbustos por separado) y daño.

El Especialista en Botánica indicara los nombres científicos de árboles y arbustos, o el número de colecta para que sea registrado por el Especialista de Carbono.

El daño se registra mediante una clave numérica de conformidad con el Cuadro 11. Estas claves se utilizan para todos los individuos con estructuras leñosas.

## **FORMATO 5. Datos de plantas leñosas (círculo de 400m<sup>2</sup>)**

Se registraran árboles y arbustos en el área ubicada entre el círculo de 12m<sup>2</sup> y el círculo de 400m<sup>2</sup> (Figura 27). El conteo de los individuos se realizará a partir del centro del sitio hacia afuera iniciando con orientación Norte y continuar a favor de las manecillas del reloj hasta cubrir los 360° del área.

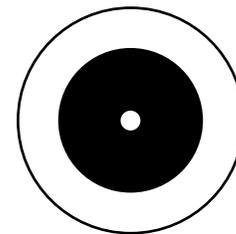
### **A. ARBUSTOS CON ALTURA TOTAL ≥ 1 m**

Se registra el número de planta, nombre científico, nombre común, condición, el número de individuos de grupos de arbustos con altura ≥1m y con frecuencia >30, el diámetro de copa (m) distinguiendo mayor y menor, la altura total (m) y el daño. Se describen dos casos para la medición de arbustos.

La condición se refiere a si el individuo vegetal está vivo (1) o muerto (2)

**Cuadro 11. Tipos de daños en árboles y arbustos vivos o causa de muerte.**

Clave	Daño	Descripción
1	Ausencia de daño	El árbol o arbusto no presenta evidencia de daño físico o causado por plagas o enfermedades.
2	Daño humano directo	El individuo manifiesta heridas causadas por el hombre, tales como: “calas”, ocoteo y cinchado. Todos ellos con el fin de obtener un producto o eliminación del árbol o arbusto.
3	Plantas parásitas	La presencia de estas plantas es notoria por las deformaciones que causan en el tronco o por las coloraciones del follaje. Generalmente producidas por “matapalos” y muérdagos. No deberán confundirse con plantas epifitas.
4	Incendios	Presencia de carbonización en troncos y ramas o desecación y pérdida del follaje (chamuscado).
5	Insectos	Se manifiesta por escurrimientos de resina o látex en fustes y ramas; presencia de aserrín o caída de hojas o ramas defoliadas porque se las comen los insectos defoliadores.
6	Viento	Se observan árboles descopados o con ramas desgajadas, a consecuencia del embate del aire. El individuo puede estar doblado por acción de huracanes.
7	Enfermo	Se observan manchas causados principalmente por hongos. Los daños se presentan como deformaciones o protuberancias de los troncos, ramas o frutos.
8	Roedores	Daños en la corteza, conos o frutos, semillas y otras partes, causados por ardillas y ratones principalmente.
9	Pastoreo	Se observa ramoneo en hojas y ramas
10	Aprovechamientos	Registro de manejo, presencia alta de tocones y marcas de manejo (sello, pintura verde)
11	Rayos	El individuo esta partido hasta el suelo y queda registro de fuego sobre el mismo.
12	Otros	Evidencia de rasguños de mamíferos...



**Figura 27. Registro de árboles y arbustos al interior del círculo de 400m<sup>2</sup>**

### Caso 1 para la medición de arbustos de baja frecuencia

Cuando **no** existen especies arbustivas  $\geq 1\text{m}$  que superen los 30 individuos dentro de los límites de la parcela de muestreo. Se registra una por una cada planta leñosa (número consecutivo de planta, nombre científico, nombre común, condición, diámetro mayor y menor de la copa (m), altura total ( $\geq 1\text{m}$ ) y daño. (Cuadro 12).

**Cuadro 12. Ejemplo de registro de arbustos en el Caso 1**

No. de planta	Nombre científico	Nombre común	Condición	Número de individuos	Diámetro de copa (m)		Altura total (m)	Daño
					Mayor	Menor		
A								
B								
C								
1	<b>Acacia cornigera</b>	<b>Huizache</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>3.0</b>	<b>1.1</b>	<b>1.5</b>	<b>1</b>
2	<b>Acacia cornigera</b>	<b>Huizache</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>1.3</b>	<b>1.0</b>	<b>1.0</b>	<b>1</b>
3	<b>Acacia cornigera</b>	<b>Huizache</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>1.7</b>	<b>0.9</b>	<b>1.2</b>	<b>1</b>

### Caso 2 para la medición de arbustos con alta frecuencia

Cuando **sí** existen especies arbustivas  $\geq 1\text{m}$  que superan los 30 individuos dentro de los límites de la parcela de muestreo. El registro se efectúa en las tres filas especiales con fondo gris (A, B, C) (Cuadro 13). Se registra una sola vez la especie, nombre científico, nombre común, condición, y el diámetro mayor y menor de la copa (m), altura total ( $\geq 1\text{m}$ ) y daño de un individuo promedio.

**Cuadro 13. Ejemplo de llenado del caso 2 en el formato 5**

No. de planta	Nombre científico	Nombre común	Condición	Número de individuos	Diámetro de copa (m)		Altura total (m)	Daño
					Mayor	Menor		
A	<b><i>Mimosa aculeaticarpa</i></b>	<b>Gatuño</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>1.5</b>	<b>1.3</b>	<b>1.1</b>	<b>1</b>
B								
C								

## **B. ÁRBOLES CON DN $\geq 7.5$ cm**

Se registrarán todos los árboles con diámetro normal mayor o igual a 7.5 cm. La información que se obtiene es número de árbol, nombre científico, nombre común, condición, diámetro normal, altura de los tocones (del suelo al corte), distancia del individuo al punto central de la parcela (m), azimut en grados de la ubicación del árbol con respecto al norte geográfico (T1).

El Especialista en Botánica indicara los nombres científicos de árboles y arbustos, o el número de colecta para que sea registrado por el Especialista de Carbono.  
Se considera tocón a los restos de un árbol que fue derribado cuya altura es menor a 60 cm.

## FORMATO 6. Datos de plantas leñosas (círculo de 1000m<sup>2</sup>)

Se registrarán árboles en el área ubicada entre el círculo de 400m<sup>2</sup> y el círculo de 1000m<sup>2</sup> (Figura 28). El conteo de los individuos se realizará a partir del centro del sitio hacia afuera iniciando con orientación Norte y continuar a favor de las manecillas del reloj hasta cubrir los 360° del área.

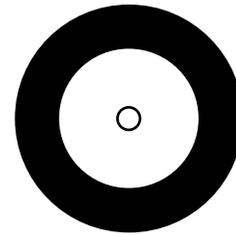


Figura 28. Registro de árboles  $\geq 20$  cm

### A. ÁRBOLES CON DN $\geq 20$ cm

Se registrarán todos los árboles con diámetro normal mayor o igual a 20cm. La información que se obtiene es número de árbol (consecutivo del Formato 5), nombre científico, nombre común, condición, diámetro normal, distancia del individuo al punto central de la parcela (m), azimut en grados de la ubicación del árbol con respecto al norte geográfico (T1) y daño.

El Especialista en Botánica indicará los nombres científicos de árboles o el número de colecta para que sea registrado por el Especialista de Carbono.

## FORMATO 7. Muestras de madera para densidad y Dendrocronología (círculo de 400m<sup>2</sup>)

### A. EXTRACCIÓN DE VIRUTAS CON EL TALADRO DE PRESSLER

Se extraerán tres virutas de madera con el uso del taladro de Pressler, de tres árboles de coníferas. Las muestras permitirán efectuar el conteo de anillos y estimar la densidad de madera en laboratorio.

Se identifican tres árboles vivos, sanos y que no tengan un daño visible, no pueden estar bifurcados por debajo de 1.30m. Los árboles pueden pertenecer a los géneros *Abies*, *Calocedrus*, *Cupressus*, *Juniperus*, *Picea*, *Pinus*, *Podocarpus*, *Pseudotsuga*, *Taxodium* y *Taxus*.

Los árboles deben tener, en la medida de lo posible, un diámetro normal mayor a 30cm y no menor a 20 cm. La toma de muestras se efectúa bajo el mismo criterio que para la medición de diámetros normales, al 1.30m de la base del árbol de forma perpendicular a la pendiente (Figura 29).



**Figura 29. Toma de muestra de madera para conteo de anillos de crecimiento**

Se registra el número de la muestra, el número de árbol de conformidad con el Formato 5 o 6, grosor de corteza (cm), peso fresco de la muestra extraída (gr) y longitud de la muestra extraída (cm).

La muestra de madera se guarda en un popote de plástico sellado con cinta adhesiva, y se etiqueta con el identificador de la parcela, para su correcta trasportación en el tubo portavirutas.

## **FORMATO 8. Tipos funcionales de plantas y Especies**

Este apartado lo realiza el Especialista en Botánica

## **FORMATO 9. Fotografías para medir cobertura vegetal total de la parcela Carbono+**

Se capturarán las fotografías digitales para medir cobertura vegetal total de la parcela Carbono+.

La cobertura del dosel es la proporción del suelo forestal cubierto por la proyección vertical de las copas de los árboles.

Se utilizara una cámara digital réflex en modo manual. Es necesario efectuar los siguientes ajustes:

- idioma, *español*
- calidad de imagen, *18 megapixeles en formato jpg*
- flash, *desactivado*
- visualización en pantalla, *mostrar retícula 1*
- control, *rápido*
- modo de captura, *disparo único*
- balance de blanco, *awb*
- luminosidad automática, *estándar*
- velocidad de obturación, *1/200*
- apertura de diafragma, *8*
- sensibilidad ISO, *200*
- apertura del lente de la cámara, *18 mm*

#### Captura de la fotografía al interior de la parcela Carbono+

La toma de las fotografías se desarrollará a nadir y a zenit, de conformidad con el cálculo de la altura del dosel efectuado por el Especialista en Botánica. Al inicio del Formato 9 se registran ISO (sensibilidad), velocidad de obturación (VO) y F (apertura del diafragma).

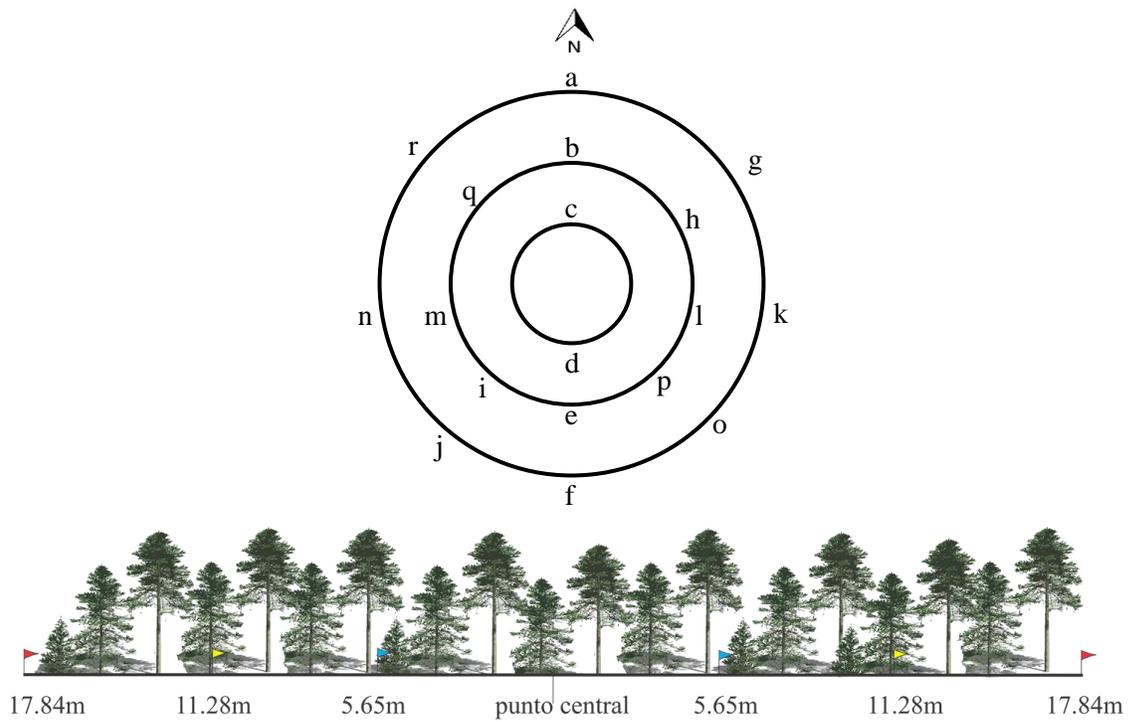
Durante la FASE 1 del proyecto se capturaran las 18 fotografías a zenit y 18 fotografías a nadir. En la Figura 30 se presenta el esquema general de captura. Se tomaran fotos en las banderillas de color rojo, amarillo y azul con radios de 17.84, 11.28 y 5.65 metros respectivamente.

La captura de las fotografías se adecuara en el sentido de las manecillas del reloj: de norte a sur, de noreste a suroeste, de este a oeste y de sureste a noroeste. Se registra la clave de la foto original y la renombrada (identificador de parcela y número de foto). Durante las FASES 2 y 3 el número de fotografías dependerá de la altura media del dosel, pues permiten una mayor o menor captura de área de la fotografía.

Las comunidades vegetales y usos de suelo cuya altura de dosel sea menor de 10 m requerirán la captura de 18 fotos (Figura 31).

Las comunidades vegetales y usos de suelo cuya altura de dosel sea mayor de 10 m y menor de 20 m requerirán la captura de 14 fotos (Figura 32).

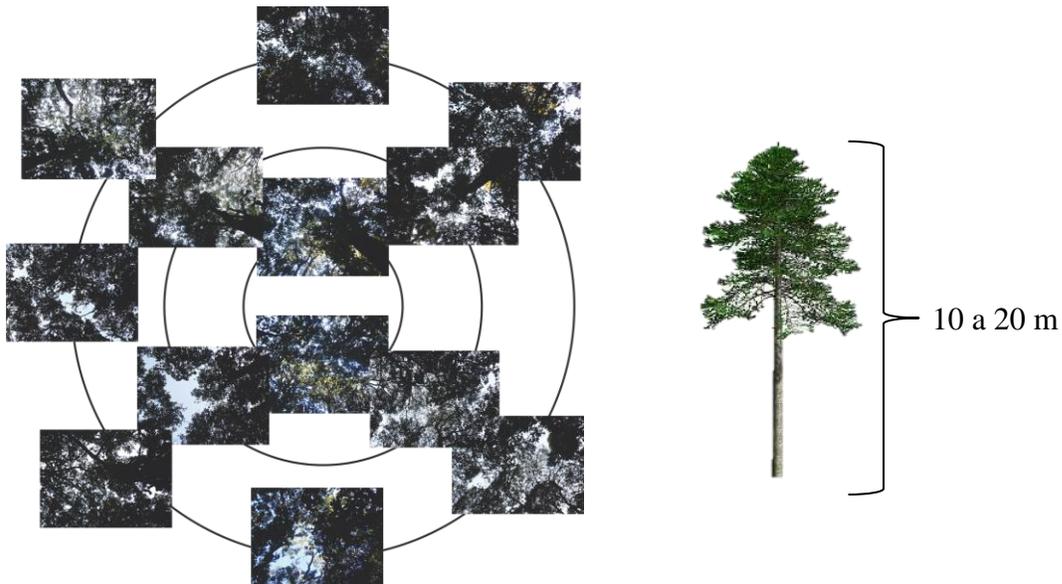
Las comunidades vegetales y usos de suelo cuya altura de dosel sea mayor de 20 m requerirán la captura de 8 fotos (Figura 33).



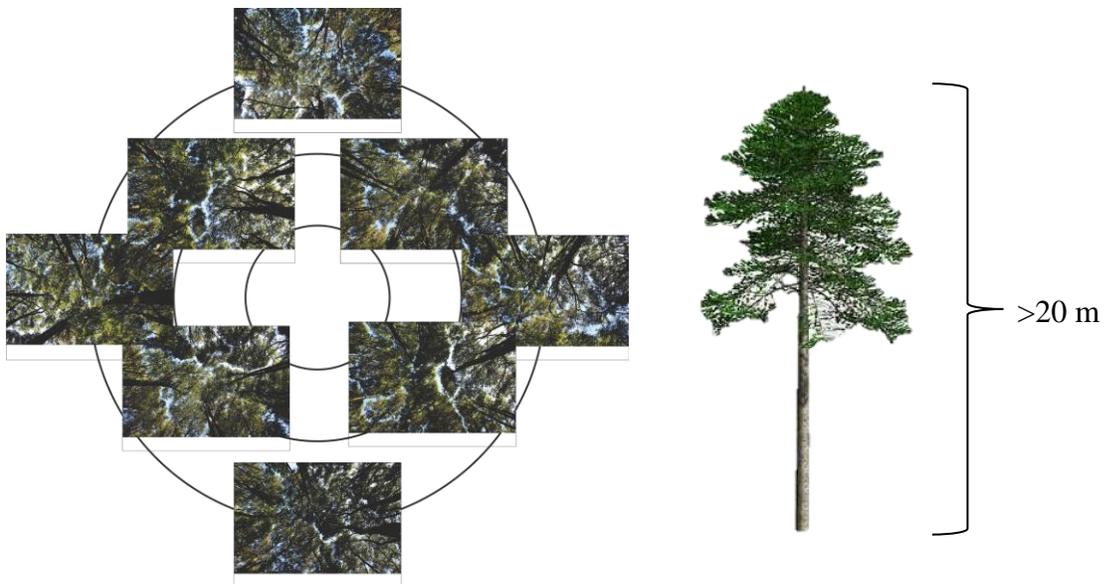
**Figura 30. Sitios de captura de fotografías digitales**



**Figura 31. Captura de fotografías para comunidades vegetales y usos de suelo con dosel menor a 10m**



**Figura 32. Captura de fotografías para comunidades vegetales y usos de suelo con dosel mayor a 10m y menor de 20m**



**Figura 33. Captura de fotografías para comunidades vegetales y usos de suelo con dosel mayor a 20m**

Se recomienda revisar el histograma de cada fotografía que debe tender a una distribución normal y puede estar cargado a la derecha.

## A. FOTOGRAFÍAS A ZENIT

Captura de fotografías del estrato superior.

La cámara debe estar nivelada, colocada hacia arriba y orientada al norte magnético, la altura a la que se tomara la foto es a 1.5m. Se recomienda enfocar el lente previo a tomar la fotografía. Para ello se puede tomar un objeto de referencia (un árbol) en forma horizontal. La distancia del objeto debe ser la misma a la distancia vertical de la copa de los arboles. Posteriormente se toma la escena con el lente ya enfocado.

## B. FOTOGRAFÍAS A NADIR

Captura de fotografías del estrato inferior.

La cámara **se adecua al soporte**. Se capturan fotos a nadir elevando a la cámara a 3 m. Es importante revisar el nivel de la cámara de forma perpendicular y paralela a la persona que está sosteniendo el soporte.

## Conclusión de la parcela cuantitativa

Se registra la fecha y la hora de término de la parcela. Es conveniente que se revise y cuente:

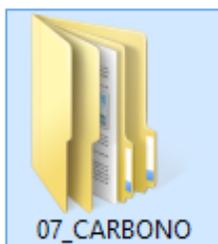
- -el material de campo
- -las muestras colectadas
- -las fotografías capturadas (49)

Se inicia la réplica Semicuantitativa.

## Entrega de inventario de almacenes de Carbono

La brigada entregará los formatos de campo originales así como una versión en digital (archivo Excel). Así mismo hará entrega del material fotográfico y renombrado, con las especificaciones necesarias y el total de muestras.

Los formatos impresos deberán estar completos y en su caso corregidos con la información proporcionada por el Especialista en Botánica. Se generará una carpeta nombrada con el número de la región, seguida de un guion bajo, seguido de CARBONO.



Al interior de esa carpeta se ubicaran dos carpetas, la primera nombrada por el número de la región, guion bajo, CARBONO, guion bajo, FOTOS. La segunda carpeta será nombrada por el número de la región, guion bajo, CARBONO, guion bajo, INVENTARIO.



## 4. LITERATURA CITADA

- Aguaron, E. y E.G. McPherson. 2012. Comparison of methods of estimating carbon dioxide storage by Sacramento's Urban Forest. In: Carbon sequestration in urban ecosystems. Editores Rattan Lal y Bruce Agustin. Springer. USA. 43-69 pp.
- Andreu M. G., M.H. Friedman y R.J. Northrop. 2009. Environmental Services Provided by Tampa's Urban Forest. University of Florida. Florida, U.S.A. 1-5.
- Brown, S. 1974. Handbook for inventoring downed woody material. USDA Forest Service. General technical report, U.S., pp.1-24.
- Brown, S. 2010. Bosques y cambio climático y la función de los bosques como sumideros de carbono. Disponible en: [http://www.chacaltaya.edu.bo/index.php?option=com\\_content&view=article&id=86:bosques-y-cambio-climatico-y-la-funcion-de-los-bosques-como-sumideros-de-carbono&catid=49:articulos-cc&Itemid=67](http://www.chacaltaya.edu.bo/index.php?option=com_content&view=article&id=86:bosques-y-cambio-climatico-y-la-funcion-de-los-bosques-como-sumideros-de-carbono&catid=49:articulos-cc&Itemid=67) [Acceso: Julio 2012].
- Houghton, R. A. 2003. Revised estimates of the annual net flux of carbon to the atmosphere from changes in land use and land management 1850-2000. *Tellus* 55B: 378-390.
- IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático) 2003. Intergovernmental Panel on Climate Change. Orientación sobre las buenas prácticas para uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS). Organización Meteorológica Mundial. Génova, Suiza. 633 p.
- IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático) 2006. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. y Tanabe K. (Eds). Institute for Global Environmental Strategies (IGES). Hayama, Japan.
- IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático) 2007. Intergovernmental Panel on Climate Change. Resumen para Responsables de Políticas. En: Cambio Climático 2007: Impactos y Vulnerabilidad. Contribución del Grupo de Trabajo II al Cuarto Informe de Evaluación del PICC. M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden y C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido. 116 p.
- Jaramillo, V.J. 2004. El ciclo global del carbono. In: Cambio climático: una visión desde México. Compiladores Julia Martínez y Adrián Fernández. SEMARNAT-INE. México. 77-86 pp.
- McPherson, G. 1998. Atmospheric carbon dioxide reduction by Sacramento's urban forest. *Journal of Arboriculture* 24(4):215-223.
- Mijangos, A.I. 2015. Estimación del contenido y captura de carbono en la biomasa arbórea del Bosque de San Juan de Aragón, Distrito Federal. Tesis Profesional. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 77 p.
- Pardos, J.A. 2010. Los ecosistemas forestales y el secuestro de carbono ante el calentamiento global. INIA Madrid. 253 p.
- Rojo, M.G.E.; J.J. Mata y M.A. Velásquez. 2003. Las masas forestales como sumideros de CO<sub>2</sub> ante un cambio climático global. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente* 9(001):57-67.

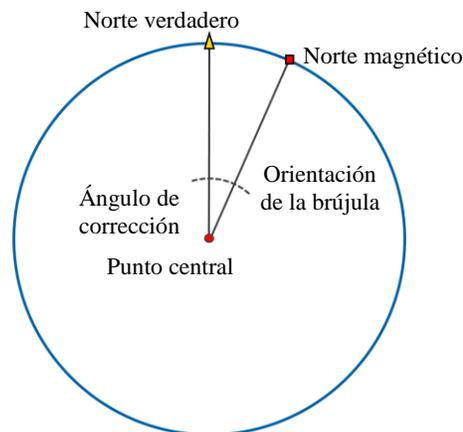
- Stoffberg, G.H.; van Rooyen, M.W.; van der Linde, M.J. y Groeneveld, H.T. 2010. Carbon sequestration estimates of indigenous street trees in the City of Tshwane, South Africa. *Urban forest and urban greening*. Elsevier 9: 9-14.
- Trejo, I. y J. Hernández. 2005. Vegetación y uso del suelo. Informe técnico del proyecto Diagnóstico funcional del territorio nacional. SEDESOL- Instituto de Geografía, UNAM. Pp. 100-109.

## 5. APÉNDICE 1. COMPENSACIÓN DE ÁNGULO POR DECLINACIÓN MAGNÉTICA

Las brújulas no señalan el polo norte geográfico sino al polo norte magnético, definido como el lugar donde el campo magnético es perpendicular a la superficie, por lo que en latitudes altas la orientación es imprecisa. Por lo anterior, es necesario hacer una compensación por declinación magnética mediante la ayuda de un GPS.

Al ubicarse en el centro de la parcela Carbono+, se registra la lectura de la coordenada en el GPS y posteriormente se gira al norte magnético mediante la ayuda de la brújula manual (Figura A.1).

El GPS debe tener un tiempo de estabilidad mínimo de 3 minutos y si en este periodo de tiempo no es estable por mala señal (PDOP mayor de 4) debida a cobertura densa o topografía accidentada, anotar en observaciones que se empleará como referencia única el norte magnético.



**Figura A.1. Cálculo del ángulo de corrección entre los nortes magnético y verdadero.**

Al trasladarse el punto en donde la coordenada X del GPS tiene una diferencia de 1 metro o menos respecto a la coordenada del centro de la parcela. Se registra la distancia (en metros) entre el punto norte verdadero y el punto norte magnético y se registra el número de grados de desviación que la brújula tuvo respecto a la medición con el GPS.

Este valor en grados es la referencia de corrección para la orientación del resto de los transectos. Por ejemplo, si el ángulo de corrección es de 8 grados, al apuntar con la brújula al Este en lugar de ser a los 90 grados será a los 82 grados.

## 6. APÉNDICE 2. COMPENSACIÓN DE DISTANCIAS POR PENDIENTES EN EL TRAZO DE LA PARCELA CARBONO+

Las parcelas Carbono+ ubicadas en terrenos con pendientes superiores al 10% se compensarán las distancias en el trazo de los sitios secundarios, así como en el trazo del radio de los círculos de 400m<sup>2</sup> y 1000m<sup>2</sup>.

Se promediará la pendiente en cada punto cardinal y se compensará la distancia de conformidad con el Cuadro A2.

**Cuadro A2. Distancias de compensación para diferentes grados de pendiente**

% Pendiente	Grados de pendiente	Coseno	Distancia horizontal del radio en los círculos de 400m <sup>2</sup>	Distancia del compensada	Distancia horizontal del radio en sitios circulares de 1000m <sup>2</sup>	Distancia compensada
10	5.72	0.9950	11.28	11.34	17.84	17.93
20	11.32	0.9805	11.28	11.50	17.84	18.19
30	16.7	0.9578	11.28	11.78	17.84	18.63
40	21.8	0.9285	11.28	12.15	17.84	19.21
50	26.57	0.8944	11.28	12.61	17.84	19.95
60	30.96	0.8575	11.28	13.15	17.84	20.80
70	34.99	0.8192	11.28	13.77	17.84	21.78
80	38.67	0.7807	11.28	14.45	17.84	22.85
90	41.99	0.7433	11.28	15.18	17.84	24.00
100	45.00	0.7071	11.28	15.95	17.84	25.23

Se utilizan cuerdas compensadas, con marcas visibles (nudos de plástico de color diferente) que identifican la longitud de la distancia inclinada requerida, para cada 10% de pendiente.





Carbono+																			
----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

## 2. Registro de fotografías de estructura y composición de la parcela

NOTA: Retirar cuerdas, material y elementos no propios del paisaje

Fotografía 3 Norte al Punto Central																				03
Fotografía 4 Sur al Punto Central																				04

CLAVE ORIGINAL

CLAVE RENOMBRADA

## 3. Registro de combustibles en el círculo de 400 m<sup>2</sup>, excepto el área de transectos

Tipo de combustible	Finos (1 hora) 0 a 0.5 cm muestra 1			Regulares (10 horas) 0.51 a 2.5 cm muestra 2			Medianos (100 horas) 2.51 a 7.5 cm muestra 3			Gruesos (1000 horas) >7.5 cm muestra 4			
	Grado de putrefacción	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Peso fresco (gr)	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Peso fresco (gr)	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Peso fresco (gr)	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Peso fresco (gr)
1-2	(a)												
3-4	(b)												
5	(c)												

## FORMATO 2. Registro de información de mantillo y suelo

### A. MUESTREO DE DAP (DENSIDAD APARENTE) EN EL PUNTO O POR METODO DEL CILINDRO

Fotografía 5 punto DAP (nadir) (1.5m del suelo)																				05
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

CLAVE ORIGINAL

CLAVE RENOMBRADA

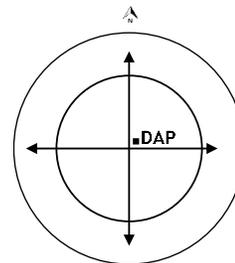
Almacén de carbono	Profundidad real del muestreo (cm)	Peso total de la muestra extraído (gr)	Observaciones
Hojarasca			
Horizonte de fermentación			
Suelo			

NOTA: Proteger el cilindro con madera o plástico

### B. PROFUNDIDAD TOTAL DEL SUELO (SITIO DAP)

Profundidad total (cm)	
------------------------	--

NOTA: Emplear barreno de varilla



Carbono+														
----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

C. CAPAS DE HOJARASCA (HO) Y FERMENTACIÓN (F)

Punto	Tipo	Espesor (mm)		Peso total de la capa (gr)		Observaciones	Fotografías (nadir) (1.5m del suelo) 📷 ⚡	
		HO	F	HO	F		CLAVE ORIGINAL	CLAVE RENOMBRADA
1	N ● →							06
2	E ● →							07
3	S ● →							08
4	W ● →							09
5	N ● →							10
6	E ● →							11
7	S ● →							12
8	W ● →							13

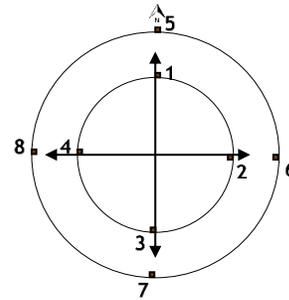
CODIGOS PARA REGISTRO DEL TIPO DE MANTILLO

Abreviación	Tipo	Abreviación	Tipo	Abreviación	Tipo
HP	de pino	MP	Madera	MU	Musgo
HL	de latifoliadas	RD	Roca desnuda	OS	*Otros
HA	de Abies	CO	Corteza	NC	No contiene

D. LEVANTAMIENTO DE MUESTRAS DE SUELO

1. Suelo a la profundidad de 0-30 cm

Punto	Profundidad real (cm)	Peso total del suelo (gr)	Observaciones
1	N ● →		
2	E ● →		
3	S ● →		
4	W ● →		
5	N ● →		
6	E ● →		
7	S ● →		
8	W ● →		















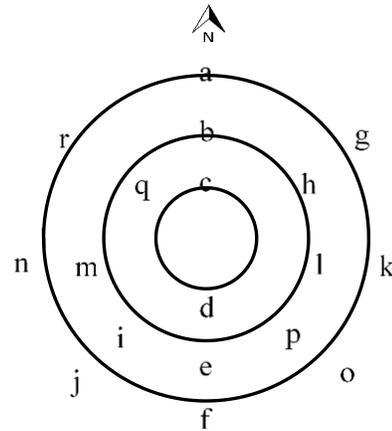
## FORMATO 9. Fotografías para medir cobertura vegetal total de la parcela Carbono+

	ISO	VO	F
	SENSIBILIDAD	VELOCIDAD DE OBTURACIÓN	APERTURA DEL DIAFRAGMA

### DOSEL DE 2 A 10 m (18 FOTOS)

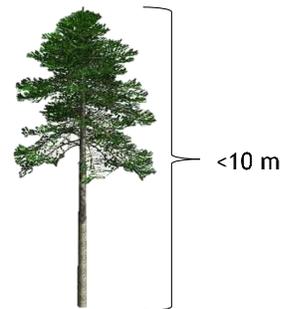
#### A. FOTOGRAFÍAS A ZENIT

UBICACIÓN EN LA PARCELA	CLAVE ORIGINAL	CLAVE RENOMBRADA	
a	N→S		14
b	N→S		15
c	N→S		16
d	N→S		17
e	N→S		18
f	N→S		19
g	NE→SO		20
h	NE→SO		21
i	NE→SO		22
j	NE→SO		23
k	E→O		24
l	E→O		25
m	E→O		26
n	E→O		27
o	SE→NO		28
p	SE→NO		29
q	SE→NO		30
r	SE→NO		31



#### B. FOTOGRAFÍAS A NADIR

UBICACIÓN EN LA PARCELA	CLAVE ORIGINAL	CLAVE RENOMBRADA	
a	N→S		32
b	N→S		33
c	N→S		34
d	N→S		35
e	N→S		36
f	N→S		37
g	NE→SO		38
h	NE→SO		39
i	NE→SO		40
j	NE→SO		41
k	E→O		42
l	E→O		43
m	E→O		44
n	E→O		45
o	SE→NO		46
p	SE→NO		47
q	SE→NO		48
r	SE→NO		49

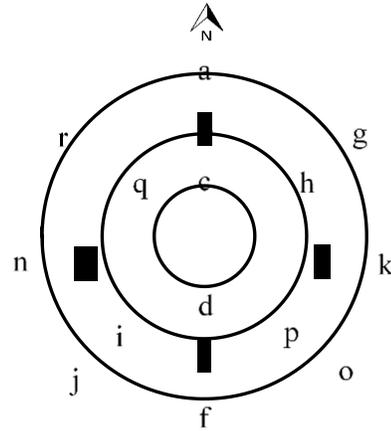


Carbono+																			
----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**DOSEL DE 10.1 A 20 m (14 FOTOS)**

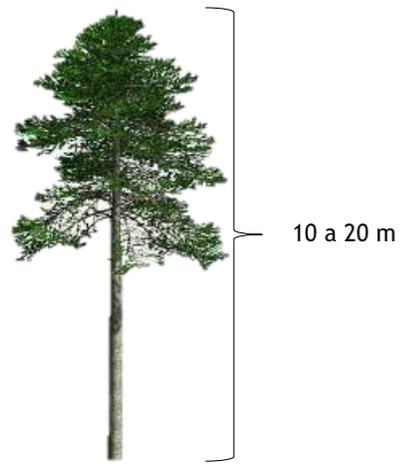
**A. FOTOGRAFÍAS A ZENIT**

UBICACIÓN EN LA PARCELA	CLAVE ORIGINAL	CLAVE RENOMBRADA
a	N→S	14
c	N→S	16
d	N→S	17
f	N→S	19
g	NE→SO	20
h	NE→SO	21
i	NE→SO	22
j	NE→SO	23
k	E→O	24
n	E→O	27
o	SE→NO	28
p	SE→NO	29
q	SE→NO	30
r	SE→NO	31



**B. FOTOGRAFÍAS A NADIR**

UBICACIÓN EN LA PARCELA	CLAVE ORIGINAL	CLAVE RENOMBRADA
a	N→S	32
c	N→S	34
d	N→S	35
f	N→S	37
g	NE→SO	38
h	NE→SO	39
i	NE→SO	40
j	NE→SO	41
k	E→O	42
n	E→O	45
o	SE→NO	46
p	SE→NO	47
q	SE→NO	48
r	SE→NO	49

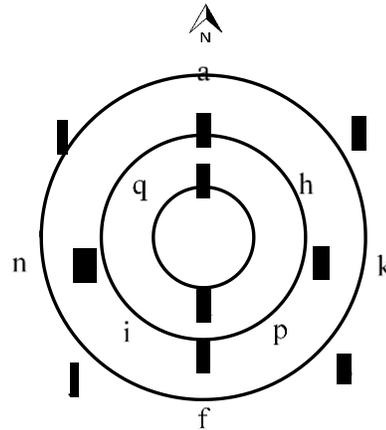


Carbono+

DOSEL MAYOR A 20 m (8 FOTOS)

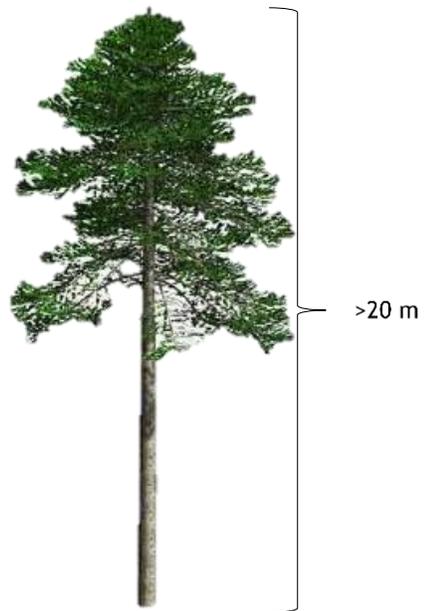
A. FOTOGRAFIAS A ZENIT

UBICACIÓN EN LA PARCELA	CLAVE ORIGINAL	CLAVE RENOMBRADA
a	N→S	14
f	N→S	19
h	NE→SO	21
i	NE→SO	22
k	E→O	24
n	E→O	27
p	SE→NO	29
q	SE→NO	30



B. FOTOGRAFIAS A NADIR

UBICACIÓN EN LA PARCELA	CLAVE ORIGINAL	CLAVE RENOMBRADA
a	N→S	32
f	N→S	37
h	NE→SO	39
i	NE→SO	40
k	E→O	42
n	E→O	45
p	SE→NO	47
q	SE→NO	48



Fecha

DIA                      MES                      AÑO

Hora de termino   :

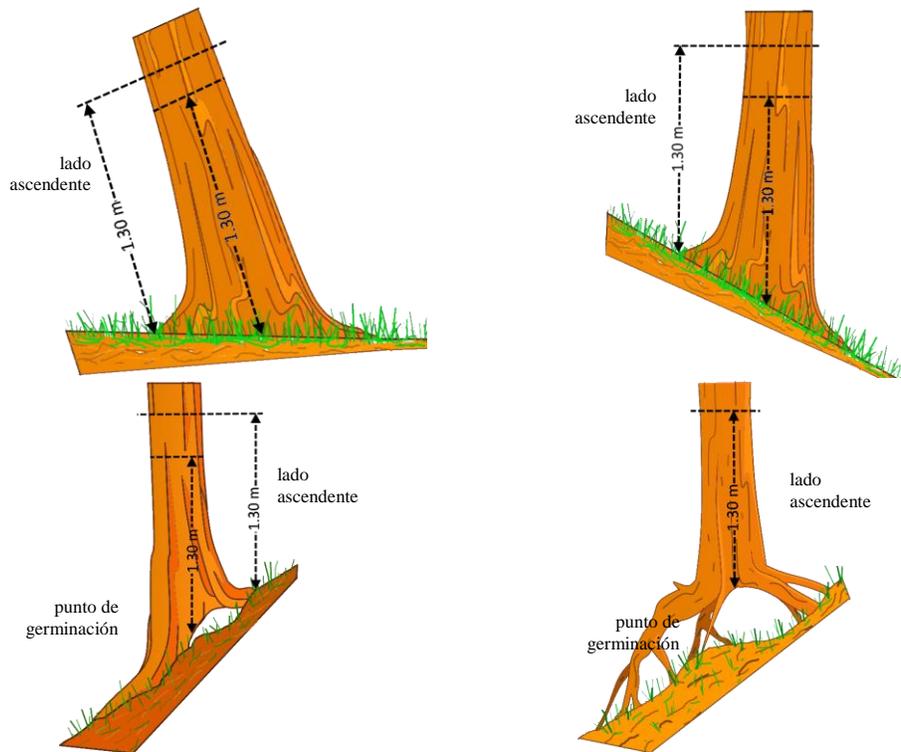
24 HORAS

<b>INICIO REPLICA SEMICUANTITATIVA</b>	Es conveniente que se revise el material de campo, las muestras colectadas y las fotografías capturadas (49)
--	--

## 8. APÉNDICE 4. CRITERIOS PARA MEDIR EL DIÁMETRO NORMAL

### NORMAL

La identificación del diámetro normal debe considerar las condiciones físicas del árbol y del terreno. La Figura A4.1 presenta diferentes casos de crecimiento arbóreo con respecto a la pendiente



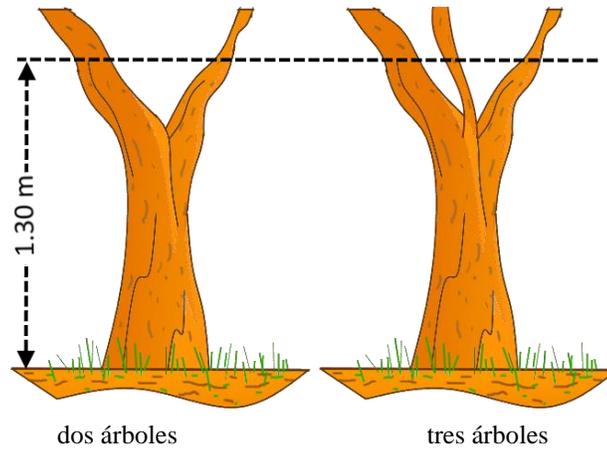
**Figura A4.1. Determinación de la altura de 1.30m para la medición del diámetro normal del árbol.**

Los fustes que presentan aletones o contrafuertes, típicos de selvas, serán medidos a partir de la base (altura donde el tronco del árbol no tenga variación o mantenga sus dimensiones).

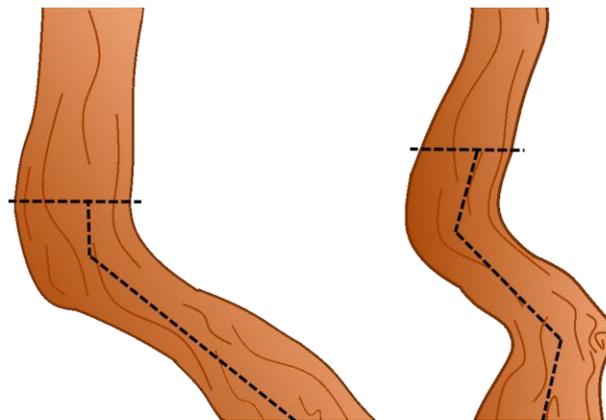
Los árboles con bifurcaciones por debajo de 1.30m serán medidos como dos o más individuos por separado de la misma especie (Figura A4.2).

La Figura A4.3 describe la medición del diámetro normal de árboles torcidos. En este caso se debe seguir la forma del tronco con la cinta para la medición del 1.30m.

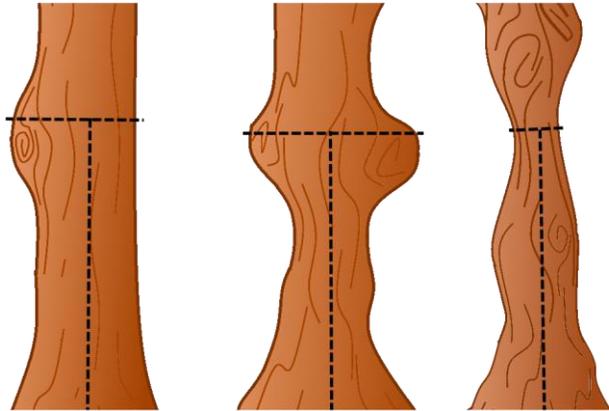
Los árboles que presentan alguna protuberancia si el 1.30m coincide con alguna malformación del tronco, el diámetro normal se medirá en la parte inferior o superior del daño, es decir donde el tronco retome su forma regular (Figura A4.4).



**Figura A4.2. Criterios para la medición del diámetro normal en árboles con bifurcaciones especiales.**

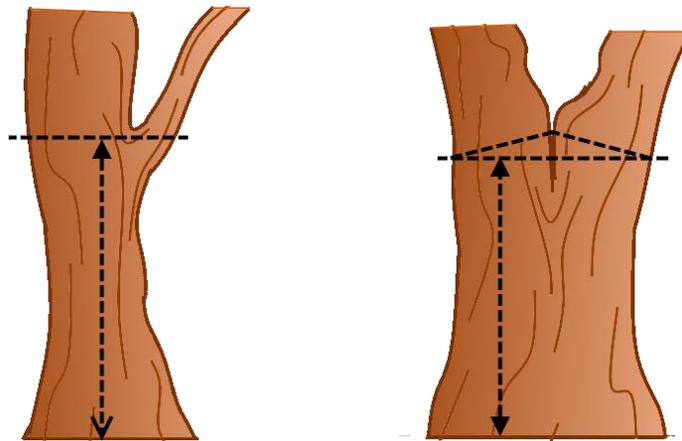


**Figura A4.3. Criterios para la medición del diámetro normal en árboles torcidos**



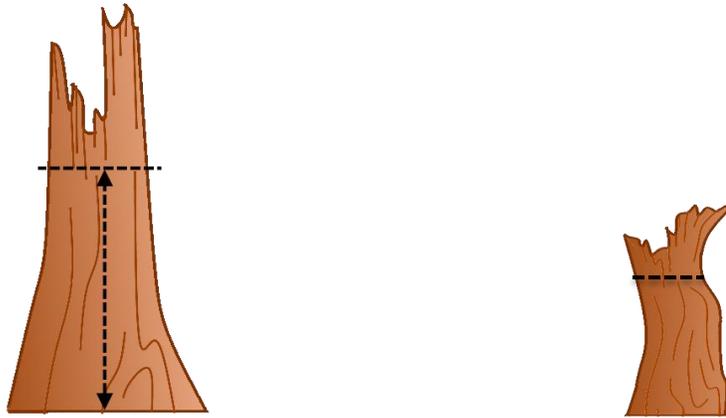
**Figura A4.4. Criterios para la medición del diámetro normal en árboles con protuberancias**

Si el diámetro normal coincide con alguna ramificación se deberá realizar la toma por debajo o encima de la misma, en la forma regular del tronco. Si la medición del 1.30m coincide con una bifurcación del tronco la cual afecta su forma regular, se toman las medidas como 2 árboles. (Figura A4.5).



**Figura A4.5. Criterios para la medición del diámetro normal en árboles con ramas o bifurcados al 1.30m**

Los árboles quebrados con una altura mayor a 60cm no son considerados tocones. Por lo anterior se considerará el diámetro normal convencional (1.30m). En caso de no alcanzar la altura de medición se registrará el diámetro integro más cercano a la punta de la madera más alta (Figura A4.6).



**Figura A4.6. Criterios para la medición del diámetro normal en árboles quebrados**

En el caso de los individuos del género *Opuntia* se realizará en individuos que tengan un tallo bien definido, permitiendo tomar la medida al 1.30m. En las cactáceas columnares no se medirá el diámetro normal.

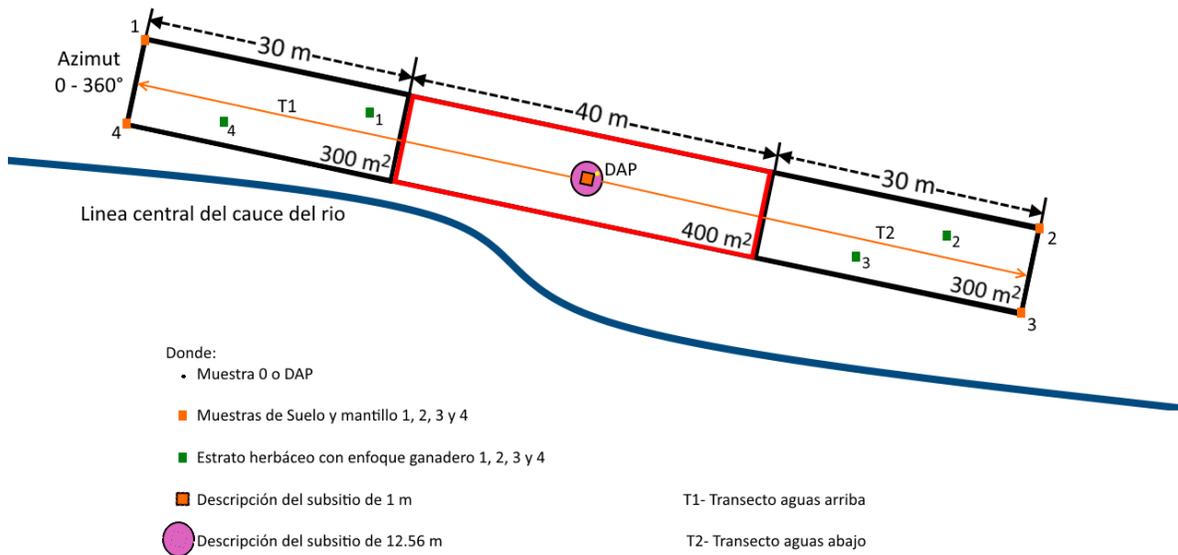
## 9. APÉNDICE 5. INVENTARIO CUANTITATIVO PARA COMUNIDADES HIDRÓFILAS

La parcela del inventario Carbono+ requiere ser modificada para la medición de comunidades hidrófilas. Las comunidades hidrófilas son:

- vegetación halófila
- vegetación halófila hidrófila
- vegetación de galería
- manglar
- selva de galería

El procedimiento para establecer la parcela es el siguiente:

1. Ubicar un transecto relativamente recto en el cauce del río de 100m,
2. Corroborar que el ancho efectivo de la vegetación hidrófila sea de 10 m.
3. La parcela tendrá una forma rectangular que seguirá el cauce del río (Figura A5.1)

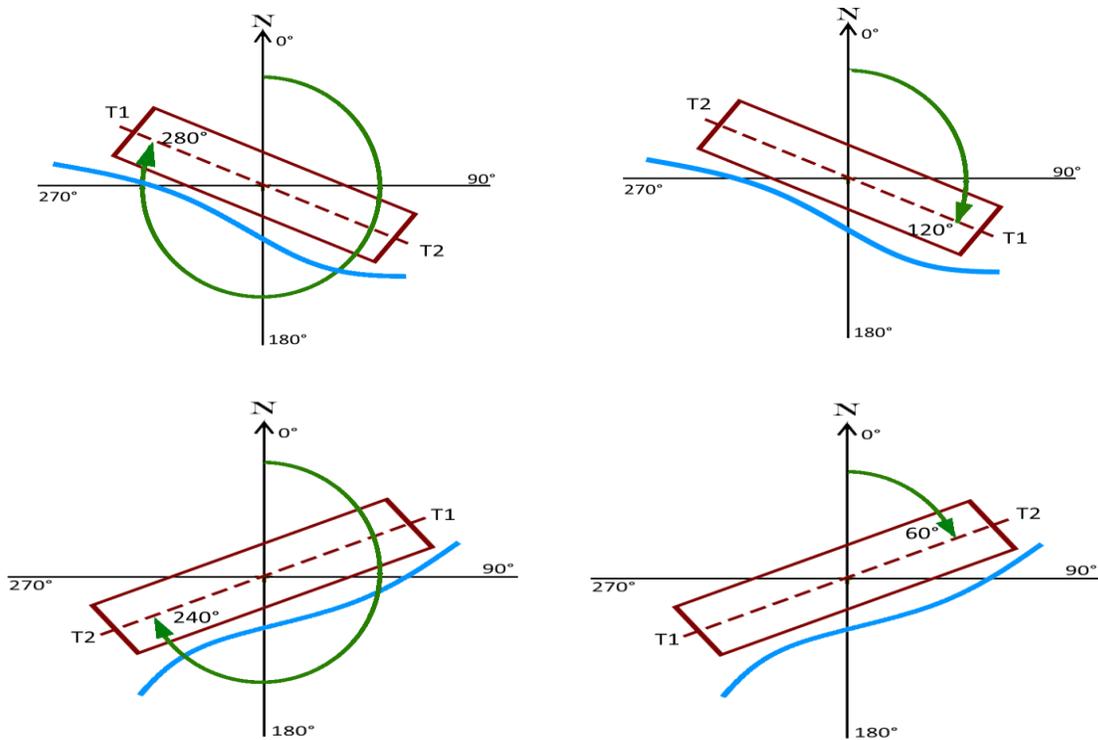


**Figura A5.1. Descripción de la parcela Carbono+ en comunidades vegetales hidrófilas.**

La parcela incluirá las unidades de medición del punto central (cuadro  $1\text{m}^2$ ), sitio DAP, cuatro unidades para medición de mantillo y suelo, dos transectos de combustibles, cuatro unidades de muestreo de herbáceas (cuadro  $1\text{m}^2$ ), el círculo de  $2\text{m}^2$  para la medición de renuevo y arbustos, un cuadro de  $400\text{m}^2$  para la medición de arbustos y árboles, y finalmente dos cuadros de  $300\text{m}^2$  para la medición de árboles con diámetro normal mayor a 20cm.

Es importante que se registre la coordenada central, las dimensiones de ancho y largo (m) y azimut de la parcela ( $^\circ$ ) en los casos de vegetación hidrófila (FORMATO 1, apartado 1.2).

El azimut depende del sentido del cauce y cuál es el transecto T1 aguas arriba (Figura A5.2).



**Figura A5.2. Representación gráfica de una parcela de comunidades hidrófilas (línea roja) orientada en diferentes direcciones y sentidos del cauce (línea azul cielo). El azimut (línea azul rey) corresponde al ángulo entre el norte y el eje central de la parcela hacia el lado del transecto T1.**

Las fotografías para evaluar la cobertura de dosel se reducen a once en la FASE 1 o 2. Las tomas se efectúan en dirección de la corriente sobre la línea central. En el metro 0 se captura la fotografía 1, en el metro 10 se captura la fotografía 2, en el metro 20 se captura la fotografía 3. De modo tal que en el metro 100 se captura la fotografía 11.